Kurt Vogler-Ludwig, Nicola Düll, Ben Kriechel

Arbeitsmarkt 2030 – Wirtschaft und Arbeitsmarkt im digitalen Zeitalter

Prognose 2016





Kurt Vogler-Ludwig, Nicola Düll, Ben Kriechel

Arbeitsmarkt 2030 – Wirtschaft und Arbeitsmarkt im digitalen Zeitalter

Prognose 2016





Im Auftrag von



Unter Mitwirkung von

Eva Alexandri
Hector Pollitt



Irene Bertschek
Thomas Niebel
Jörg Ohnemus



Bernd Dworschak
Helmut Zaiser



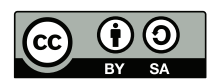
Pamela Meil



Tim Vetter



Diese Publikation ist frei verfügbar zum Download unter **wbv-open-access.de**



Gesamtherstellung:
W. Bertelsmann Verlag, Bielefeld
wbv.de

Umschlagabbildung:
NREY/shutterstock.com

Bestell Nr.: 6004556
ISBN: 978-3-7639-5770-5
DOI: 10.3278/6004556w

Printed in Germany

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek
Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über http://dnb.d-nb.de abrufbar.

Inhalt

Abbildungsverzeichnis

Tabellenverzeichnis

Abkürzungen

BA	Bundesagentur für Arbeit
BIP	Bruttoinlandsprodukt
BMAS	Bundesministerium für Arbeit und Soziales
CE	Cambridge Econometrics
EGS	Erhebung des gesamtwirtschaftlichen Stellenangebots
ERC	Economix Research & Consulting
IAO	Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation Stuttgart
IER	Warwick Institute for Employment Research
ISF	Institut für Sozialwissenschaftliche Forschung e. V. München
KB92	Klassifizierung der Berufe 1992
KB10	Klassifizierung der Berufe 2010
MINT-Qualifikation	Formale Berufsbildung der Fächer Mathematik, Naturwissenschaften, Informatik und Technik
PP	Prozentpunkte
VGR	Volkswirtschaftliche Gesamtrechnung

Kurzfassung

Aufgabenstellung, Konzept und Methodik

Dies ist die dritte Langfristprognose bis zum Jahr 2030, die Economix Research & Consulting (München) im Auftrag des Bundesministeriums für Arbeit und Soziales für den deutschen Arbeitsmarkt erstellt hat.[1] Sie hatte die Aufgabe, sowohl die Auswirkungen des jüngsten Flüchtlingszustroms auf den Arbeitsmarkt abzuschätzen als auch die Chancen und Risiken der Digitalisierung zu prognostizieren. Dazu wurden zwei Szenarien entwickelt und mit ökonometrischen Modellen quantifiziert[2]:

- Das *Basisszenario* berücksichtigt die aktuellen Entwicklungen auf der Angebots- und Nachfrageseite des Arbeitsmarktes, insbesondere den starken Anstieg der Zuwanderung seit 2013. Es geht davon aus, dass die fluchtbedingte Zuwanderung bis 2020 abebben wird. Allerdings stellt sich aufgrund der abweichenden

1 Das Projekt wurde 2011 begonnen. Bisher sind zwei Hauptberichte, ein Methodenbericht und ein Ergänzungsbericht mit den Fachexpertisen vorgelegt worden: Vogler-Ludwig/Düll (2013): Arbeitsmarkt 2030 – Eine strategische Vorausschau auf Demografie, Beschäftigung und Bildung in Deutschland. W. Bertelsmann Verlag; Kriechel/Vogler-Ludwig (2013): Arbeitsmarkt 2030 – Methodenbericht – Beschreibung der quantitativen Modelle. W. Bertelsmann Verlag; Düll (2013): Arbeitsmarkt 2030 – Fachexpertisen und Szenarien – Trendanalyse und qualitative Vorausschau. W. Bertelsmann Verlag; Vogler-Ludwig/Düll/Kriechel (2015): Hauptbericht 2014: Arbeitsmarkt 2030 – Die Bedeutung der Zuwanderung für Beschäftigung und Wachstum. W. Bertelsmann Verlag. Zusammenfassungen wurden 2013 und 2015 vom BMAS veröffentlicht.

2 Grundlage der quantitativen Prognosen ist das G3M-Modell, das von Cambridge Econometrics (Cambridge, UK) für den deutschen Arbeitsmarkt entwickelt wurde. Darüber hinaus wurde vom Warwick Institute for Employment Research (Coventry, UK) ein Prognosemodell für den beruflichen Strukturwandel aufgebaut. Economix Research & Consulting (München) hat, neben der Projektleitung, Modelle zum qualifikationsspezifischen Strukturwandel, zum Arbeitsangebot sowie zu Fachkräfteengpässen erstellt. Alle Modellteile wurden miteinander verzahnt, sodass Angebot und Nachfrage auf dem deutschen Arbeitsmarkt in gegenseitiger Abhängigkeit geschätzt wurden. Die Modelle differenzieren nach 44 Wirtschaftszweigen, 147 Berufen und 29 Kategorien der fachlichen Berufsbildung.
Ein entscheidendes Merkmal der Prognosen ist die Verknüpfung der qualitativen Szenariotechnik mit quantitativ-ökonometrischen Modellen. Damit können grundlegende Änderungen des Strukturwandels, insbesondere Strukturbrüche in den Entwicklungstrends, sehr viel besser abgebildet werden, als dies mit herkömmlichen, vergangenheitsbasierten Schätzmodellen möglich ist. Grundlage der Szenarien waren Fachexpertisen zu den wichtigsten Determinanten der Prognosen. Dazu wurde vom Zentrum für europäische Wirtschaftsforschung (Mannheim) eine umfangreiche Analyse zur digitalen Wirtschaft erstellt. Vom Fraunhofer Institut für Arbeitswirtschaft und -organisation (Stuttgart) und dem Institut für sozialwissenschaftliche Forschung (München) wurden ergänzende Untersuchungen vorgelegt.
Ein weiteres Merkmal der Prognose ist ihre strategische Ausrichtung. Da die Zukunft offen und gestaltbar ist, liefern die Prognosen statt eines deterministischen Zukunftsbildes die Beschreibung realisierbarer Strategien für wirtschaftliches und politisches Handeln. Sie stellen nicht die Frage, wo wir im Jahr 2030 sind, sondern wo wir 2030 unter Berücksichtigung der vielen Rahmenbedingungen sein wollen und sein können. Dabei geht es um die Identifizierung der Handlungsalternativen, die Gestaltung von Politik und die Veränderungen in Wirtschaft und Gesellschaft.

Qualifikationsstruktur der Einwanderer eine langfristige Integrationsaufgabe. Das Szenario geht von einer stetigen Digitalisierung von Wirtschaft und Gesellschaft aus, setzt aber keinen Handlungsschwerpunkt auf die Entwicklung und den Einsatz digitaler Techniken. Es unterstellt die Fortsetzung des bereits wirksamen Strukturwandels hin zu wissensintensiven, kulturellen und sozialen Diensten.
- Im Szenario *Beschleunigte Digitalisierung* setzen Wirtschaft und Politik hingegen auf die intensive Nutzung der digitalen Technik, um damit sowohl die industrielle Wettbewerbsfähigkeit auf den Weltmärkten zu sichern als auch die Produktivität der Arbeit zu steigern. Dieses Szenario zeigt die Wachstums- und Produktivitätspotenziale der digitalen Technik und soll die Frage beantworten, ob eine forcierte Förderung des technologischen Wandels einen entscheidenden Beitrag zur Überwindung der Fachkräfteengpässe leisten kann.

Die beiden Szenarien stehen damit stellvertretend für zwei unterschiedliche Strategien zur Bewältigung des demografischen Wandels. Im *Basisszenario* wird – wie mehrfach in den vergangenen Jahrzehnten – auf Einwanderung gesetzt und der Versuch unternommen, den sich abzeichnenden Rückgang des inländischen Arbeitsangebots durch Arbeitskräfte aus dem Ausland zu kompensieren. Dabei stellen sich im Zuge der Flüchtlingskrise besondere Probleme bei der Steuerung der Zuwanderung und der beruflichen Integration. Im Szenario *Beschleunigte Digitalisierung* wird zusätzlich auf technologische Führerschaft, insbesondere bei der vernetzten Industrieproduktion „Industrie 4.0“, gesetzt. Dies verlangt die Konzentration der vorhandenen Ressourcen auf die Entwicklung der digitalen Technik in vielen vor- und nachgelagerten Bereichen, nicht zuletzt auch eine Fokussierung von Bildungs- und Infrastrukturpolitik auf diese Thematik. Zwischen den beiden Szenarien steht die strukturpolitisch entscheidende Frage, ob die deutsche Wirtschaft darauf setzt, ihre Spitzenposition in der industriellen Produktion auch in der digitalen Welt zu behaupten und dafür einen erheblichen Teil ihrer Mittel zu verwenden oder ob sie die Entwicklung zu einer diversifizierten Wissensökonomie vorzieht, in der die Anwendung und Umsetzung digitaler Technik im Vordergrund steht, nicht aber die technologische Führerschaft auf dem industriellen Sektor.

Der Arbeitsmarkt im Zeichen der Zuwanderung *(Basisszenario)*

Gesamtwirtschaftliche Effekte der Flüchtlingszuwanderung

Die Zahl der in Deutschland lebenden Flüchtlinge im Alter von fünfzehn und mehr Jahren wird bis 2030 – je nach Verlauf des Flüchtlingszustroms – auf 1,4 Millionen bis 2,1 Millionen steigen. Ihr Anteil an der Bevölkerung über vierzehn Jahren wird dann zwischen 2 und 3 % betragen. Im Durchschnitt rechnen wir bis 2030 mit einer Gesamtzuwanderung von 360.000 Personen pro Jahr. Dazu wird die Flüchtlingszuwanderung insbesondere in der Phase 2015–20 beitragen. Danach läuft nach unse-

ren Erwartungen der Flüchtlingszustrom aus, und die Zuwanderung wird nur noch von Personen aus Nicht-Flüchtlingsländern getragen.

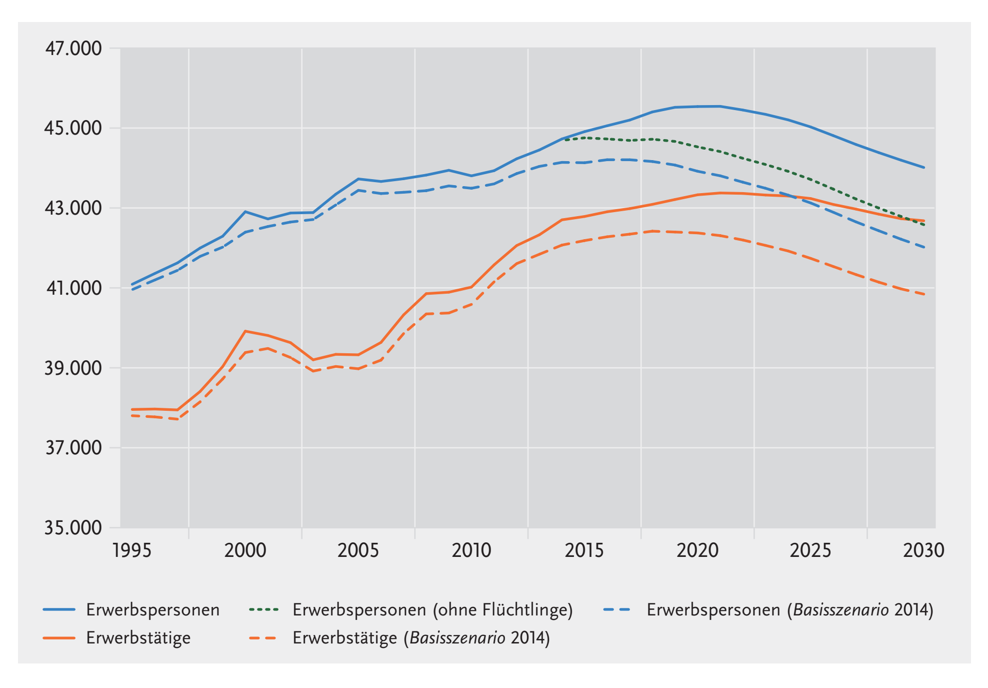


Abb. 1 Arbeitskräfteangebot und -nachfrage
Basisszenario, hohe Flüchtlingszuwanderung; in 1000

Quelle: CE, Economix (Prognose 2016; T04 K1)

Nach diesen Annahmen kommt es bis 2020 zu einer Ausweitung des Arbeitsangebots auf 45,5 Millionen (+2 %). Danach wird sich der demografische Wandel wieder durchsetzen und zu einem Rückgang der Zahl der Erwerbspersonen um 1,5 Millionen führen. Trotz Zuwanderung stehen 2030 nach diesen Berechnungen rund 700.000 Arbeitskräfte weniger zur Verfügung als 2014 (Abbildung 1).

Bei erfolgreicher beruflicher Integration der Flüchtlinge wird das jährliche Wirtschaftswachstum bis 2030 um einen Viertel Prozentpunkt höher liegen als ohne diese Zuwanderung. Die Erwerbstätigkeit wird im Falle starker Zuwanderung um 1,2 Millionen höher sein, aber auch die gesamtwirtschaftliche Erwerbslosenrate wird aufgrund der verbleibenden Integrationsprobleme um 0,8 Prozentpunkte steigen. Wir gehen also davon aus, dass sich die Flüchtlinge zunehmend, aber letztlich nicht vollständig in den Arbeitsmarkt integrieren. Erst für die zweite Generation der fluchtbedingten Zuwanderer dürfte die Integration besser gelingen.

Dabei unterscheiden sich die gesamtwirtschaftlichen Auswirkungen in der Phase des hohen Flüchtlingszustroms bis 2020 deutlich von der nachfolgenden Phase bis 2030: Aufgrund der nach unseren Annahmen etwa fünfjährigen Integrationsphase

der Flüchtlingskohorten steigt die Erwerbslosigkeit zunächst und die Wachstumsimpulse der Zuwanderung bleiben aus. Dadurch sinken in dieser Phase die jährlichen Wachstumsraten der gesamtwirtschaftlichen Produktivität und der durchschnittlichen Pro-Kopf-Einkommen um etwa 0,2 Prozentpunkte. In der Phase 2020–30 werden die positiven Effekte des steigenden und in diesem Zeitraum weitgehend integrierten Arbeitsangebots hingegen in vollem Umfang wirksam: Das reale Wirtschaftswachstum erhöht sich um gut 0,4 Prozentpunkte. Produktivität und Pro-Kopf-Einkommen steigen wieder deutlich schneller.

Unsere Modellrechnungen zeigen auch, dass es zu einer umfangreichen beruflichen Integration der Flüchtlinge keine Alternative gibt. Wir gehen davon aus, dass nach einer Integrationsphase von fünf Jahren 70 % der Erwerbspersonen unter den Flüchtlingen eine auf dem deutschen Arbeitsmarkt verwertbare berufliche Bildung besitzen werden. Gelingt dies nicht, ergeben sich nicht nur erhebliche Verwerfungen auf den qualifikationsspezifischen Arbeitsmärkten – die Flüchtlinge werden auch ein Drittel aller Erwerbslosen stellen. Unter günstigen Voraussetzungen stützt die Flüchtlingszuwanderung hingegen die Wachstumsentwicklung der deutschen Wirtschaft und mildert phasenweise die negativen Effekte des demografischen Wandels. Zusammen mit der Zuwanderung aus den Nicht-Flüchtlingsländern bewirkt sie eine deutliche Verbesserung der Altersstruktur der Erwerbspersonen, kann allerdings weder die Alterung noch den langfristigen Rückgang des Arbeitsangebots vollständig kompensieren.

Entwicklung der Qualifikationsstruktur

Der deutsche Arbeitsmarkt ist durch die stetige Umschichtung von Arbeitsangebot und Beschäftigung zu höher qualifizierten Tätigkeiten einerseits und Dienstleistungstätigkeiten andererseits gekennzeichnet. Dieser Trend wird sich im Prognosezeitraum 2014–30 fortsetzen (Abbildung 2). Die Zahl der Experten (mit einem mindestens vierjährigen Hochschulstudium) wird nach unseren Modellrechnungen stark steigen, während die der Spezialisten (mit Bachelor-, Meister- oder Technikerabschluss) stagnieren wird. Die Zahl der auf dem Arbeitsmarkt verfügbaren Fachkräfte (mit gewerblicher, kaufmännischer oder sonstiger Ausbildung) wird rückläufig sein, ebenso wie die Zahl der Helfer (mit einer höchstens einjährigen Ausbildung).

Diese Verlagerungen sind das statistische Pendant zum technologischen und strukturellen Wandel, der ohne die kontinuierliche Verbesserung des Qualifikationsniveaus der Erwerbspersonen unter den Bedingungen des deutschen Arbeitsmarktes nicht denkbar ist. Die Einführung neuer technologischer und organisatorischer Konzepte ist ebenso von der Verfügbarkeit besser qualifizierter Arbeitskräfte abhängig wie die Entwicklung in der Mehrzahl der Know-how-intensiven Dienstleistungsmärkte. Im Gegensatz zu anderen industrialisierten Ländern hat Deutschland im internationalen Wettbewerb an seiner qualitätsorientierten Strategie festgehalten, und das Arbeitsangebot ist diesem Trend durch eine stark steigende Zahl an Hochschulabsolventen gefolgt. Daran wird sich nach unserer Einschätzung auch in Zukunft nichts ändern.

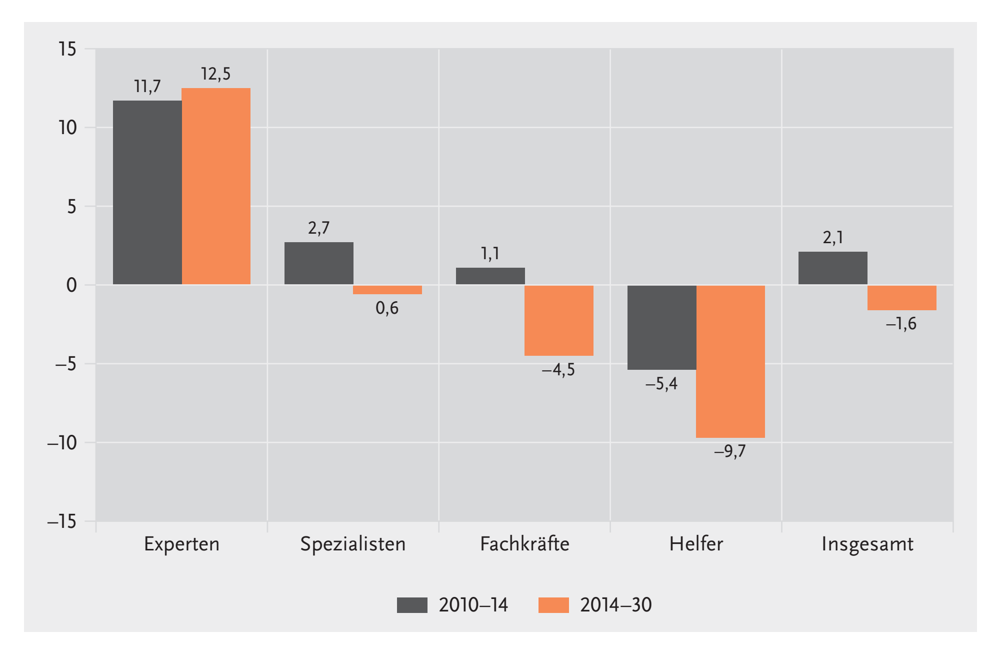


Abb. 2 Arbeitsangebot nach beruflichem Anforderungsniveau
Veränderung der Erwerbspersonenzahl 2010–14 und 2014–30 in %

Quelle: Statistisches Bundesamt (Mikrozensus), Economix (Prognose 2016; T07)

Die Flüchtlingszuwanderung wird das Arbeitsangebot im unteren Qualifikationssegment ausweiten, im oberen Qualifikationssegment hingegen zu einem relativen Rückgang führen. Dies zeigt sich im Vergleich zur Prognose von 2014 (Variante Hohe Zuwanderung), die in etwa den gleichen Verlauf der Erwerbspersonenzahl bis 2030 unterstellt wie das *Basisszenario*. Danach liegt die Zahl der Arbeitskräfte ohne Berufsbildung um 2 % höher als in der Prognose 2014, die Zahl der Arbeitskräfte mit Hochschulbildung hingegen liegt um 1 % niedriger. Bei Fachschulabsolventen liegen die Schätzungen von 2016 um 1 % höher. Bei Arbeitskräften mit dualer Ausbildung ergibt sich ein Zuwachs um 0,4 %. Die Zuwanderung, wie wir sie im Jahr 2016 erwarten, wird die Qualifikationsstruktur des Arbeitsangebots also etwas weiter von der auf qualifizierte Arbeitskräfte ausgerichteten Nachfrage wegrücken, als dies 2014 erkennbar war, und dies, obwohl wir von einer erfolgreichen Integration der zuwandernden Flüchtlinge ausgehen. Dies unterstreicht noch einmal die Notwendigkeit einer umfangreichen und raschen Integration der Flüchtlinge.

Wandel der Berufsstruktur

Die wachsende Bedeutung der Dienstleistungen und die „Verwissenschaftlichung" der Arbeit zeigen sich in der Entwicklung der Berufsstrukturen. Die Beschäftigung wird sich nach unseren Modellrechnungen zum einen in die sozialen Dienste „Gesundheit, Soziales, Lehre und Erziehung" verlagern (+743.000), zum anderen werden die Berufsbereiche „Naturwissenschaft, Geografie, Informatik" und die Berufe

der Geistes-, Gesellschafts- und Wirtschaftswissenschaften sowie die Medien- und Kulturberufe einen Beschäftigungsgewinn von jeweils rund 150.000 erreichen (Tabelle 1). In den Produktions- und Fertigungsberufen und den landwirtschaftlichen Berufen wird die Erwerbstätigkeit hingegen deutlich zurückgehen. Auch der Berufsbereich „Kaufmännische Dienstleistungen, Warenhandel, Vertrieb, Hotel und Tourismus" wird rückläufige Beschäftigtenzahlen zu erwarten haben.

Dabei ist zu beachten, dass die Berufe nach der Klassifizierung der Berufe 2010 alle Qualifikationsebenen umfassen. Daher kompensieren sich die Beschäftigungstrends von hoch und gering Qualifizierten in vielfacher Weise. Dies gilt insbesondere für den Berufsbereich „Verkehr, Logistik, Schutz und Sicherheit", in dem nur die Verkehrs- und Logistikberufe (ohne Fahrzeugführer) wachsen, während Fahrzeugführer, Überwachungsberufe und Reinigungsberufe rückläufig sind. Im Bereich „Unternehmensorganisation, Buchhaltung, Recht und Verwaltung" steigt die Beschäftigung vor allem in den Berufen der Finanzdienstleistungen, des Rechnungswesens und der Steuerberatung, während sie in den Verwaltungsberufen sinkt.

Tab. 1 Erwerbstätige nach Berufsbereichen
Basisszenario

Berufsbereich	in 1.000		Veränderung 2014–30	
	2014	2030	in 1.000	in %
1 Land-, Forst- und Tierwirtschaft und Gartenbau	1.041	892	–149	–14,4
2 Rohstoffgewinnung, Produktion und Fertigung	8.086	7.439	–647	–8,0
3 Bau, Architektur, Vermessung und Gebäudetechnik	2.535	2.489	–45	–1,8
4 Naturwissenschaft, Geografie und Informatik	1.509	1.656	147	9,7
5 Verkehr, Logistik, Schutz und Sicherheit	5.698	5.700	1	0,0
6 Kaufmännische Dienstleistungen, Warenhandel, Vertrieb, Hotel und Tourismus	5.359	5.154	–204	–3,8
7 Unternehmensorganisation, Buchhaltung, Recht und Verwaltung	8.803	8.835	32	0,4
8 Gesundheit, Soziales, Lehre und Erziehung	8.228	8.971	743	9,0
9 Sprach-, Literatur-, Geistes-, Gesellschafts- und Wirtschaftswissenschaften, Medien, Kunst, Kultur und Gestaltung	1.270	1.405	135	10,6
0 Militär	174	139	–35	–20,3
Insgesamt	42.703	42.680	–23	–0,1

Quelle: Economix (Prognose 2016; D_4_2_2)

Sektorale Beschäftigungsentwicklung

Im *Basisszenario* unserer Prognose 2016 konzentriert sich die deutsche Wirtschaft auf ihre Kernkompetenzen und erzielt ihre Markterfolge vor allem in den wissensbasierten, kreativen und sozialen Diensten. Dies hat zur Folge, dass sich die Beschäftigung weiter aus Landwirtschaft, industrieller Warenproduktion und den einfachen

Dienstleistungen zurückzieht und in den wissensbasierten und sozialen Diensten wächst (Abbildung 3). Die stärksten Beschäftigungsgewinne bis 2030 erwarten wir für die Sonstigen Unternehmensdienste (+425.000), Sozialwesen und Heime (+335.000), die Überlassung von Arbeitskräften (+260.000) und das Gesundheitswesen (+218.000). Der Abbau von Arbeitsplätzen findet in der Öffentlichen Verwal-



Abb. 3 Sektorale Beschäftigungsentwicklung im *Basisszenario*
Veränderung der Zahl der Erwerbstätigen nach Wirtschaftszweigen 2014–30 in 1.000

Quelle: CE, Economix (Prognose 2016; T08)

tung (–372.000), im Maschinenbau (–285.000) und im Beherbergungs- und Gastgewerbe (–244.000) statt.

Das zusätzliche Arbeitsangebot durch die Zuwanderung wird vor allem in den sozialen Diensten Beschäftigung finden. Auch Handel und Verkehr und die persönlichen Dienste werden ihren Beschäftigtenanteil geringfügig erweitern. In der Warenproduktion und bei den Unternehmens- bzw. Finanzdiensten kommt es im Zuge der Einwanderung hingegen zu einem relativen Beschäftigungsrückgang. Anders ausgedrückt: Die fluchtbedingte Zuwanderung begünstigt vermutlich vor allem die sozialen und personenbezogenen Dienste, während Warenproduktion und Unternehmensdienste eher durch die Zuwanderung qualifizierter Arbeitskräfte profitieren werden.

Fachkräftelücke

Im Vergleich zur Prognose 2014 sind die vorausgeschätzten Fachkräftesalden nicht kleiner geworden. Im Gegenteil, sowohl bei Hochschulabsolventen als auch bei Arbeitskräften ohne berufliche Bildung liegen die Salden bis 2020 um 5 bis 7 % höher als im *Basisszenario* 2014. Dies bedeutet zum einen, dass es bisher keine hinreichende Anpassung des Arbeitsangebots an den zu erwartenden qualifikationsspezifischen Wandel gegeben hat. Zum anderen lässt sich daraus ablesen, dass die Zuwanderung einer größeren Zahl von gering qualifizierten Arbeitskräften die Ungleichgewichte vergrößern wird.

Beides weist auf die Notwendigkeit einer umfassenden und systematischen Weiterbildung hin, denn einerseits reicht die berufliche Erstausbildung der jungen Generation zahlenmäßig nicht aus, um die in unseren Prognosen erwartete Aufwertung der Qualifikationsniveaus zu erreichen. Ohne die berufliche Qualifizierung der Erwachsenen wird die Anpassung nicht gelingen. Andererseits verschlechtert die Zuwanderung von Flüchtlingen die Qualifikationsstruktur des Arbeitsangebots und erfordert daher den Ausbau spezieller Bildungsangebote für diese Zielgruppe. Gleichwohl gilt auch für die Prognose 2016, dass sich diese Ungleichgewichte im Laufe des Prognosezeitraums deutlich verringern werden, da wir davon ausgehen, dass Arbeitsangebot und -nachfrage auf die bestehenden Engpasslagen reagieren werden (Abbildung 4). Dabei haben wir den Ausbau der Erstausbildung und der Erwachsenenbildung bereits einbezogen.

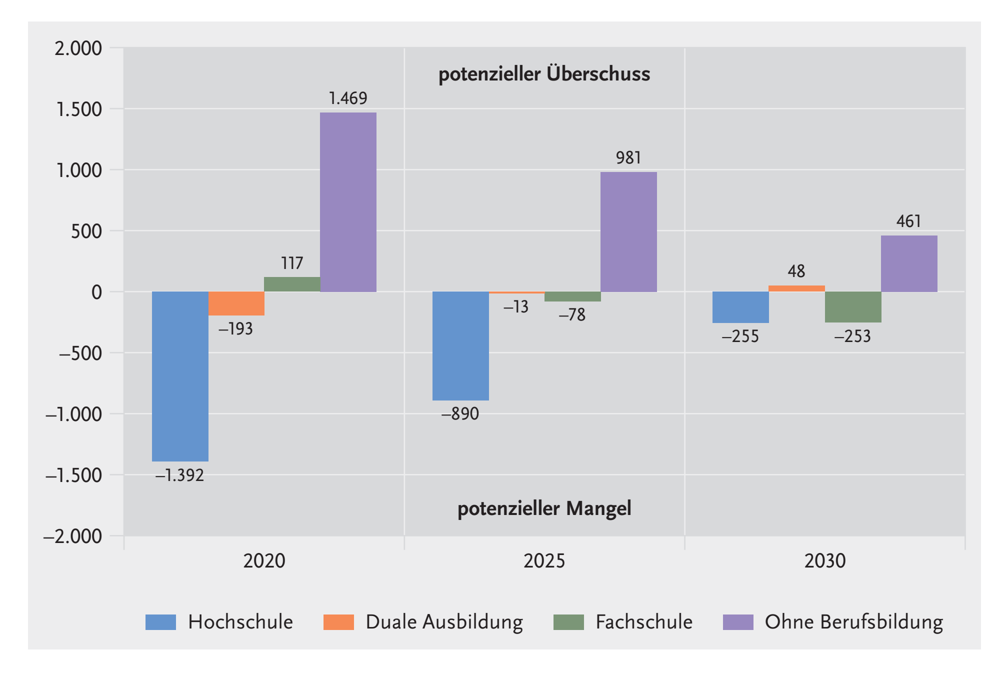


Abb. 4 Potenzielle Fachkräftelücke
Engpassindikator II (*Basisszenario*);
Erwerbstätige in 1.000

Quelle: Economix (Prognose 2016; T13)

Der Arbeitsmarkt im Zeichen der Digitalisierung
(Szenario *Beschleunigte Digitalisierung*)

In der Prognose der künftigen Auswirkungen digitaler Technik auf Wirtschaft und Arbeitsmarkt in Deutschland geht es um die Kernfragen der Technikfolgenabschätzung: Wie wird der Saldo zwischen Arbeitsplatzverlusten und -gewinnen durch die Digitalisierung ausfallen, und wie wird sich das Gefüge des Wirtschafts- und Beschäftigungssystems im Zuge der digitalen Revolution verändern? In der Tat kann man aus der gegenwärtigen Perspektive von einer Revolution sprechen, denn die hohen Innovationsraten und die rasche Diffusion der Informationstechnologie verändern Märkte, Unternehmen und Arbeitsplätze in einem bisher kaum bekannten Ausmaß. Dies umso mehr, als die Potenziale der digitalen Technik von einigen Beobachtern als fast unerschöpflich eingeschätzt werden und alle Bereiche des wirtschaftlichen, gesellschaftlichen und privaten Lebens erfassen können. Es stellt sich also die Frage, ob wir vor einer neuen Phase technologischer Arbeitslosigkeit stehen – oder ob es uns gelingt, die Marktchancen der digitalen Technik für Wachstum und Beschäftigung zu nutzen.

Gleichwohl wäre eine Beschleunigung des Produktivitätsfortschritts aus der Perspektive des deutschen Arbeitsmarktes noch keine unmittelbare Gefahr, denn die digitale Technik könnte ein Mittel sein, den demografisch bedingten Rückgang in der Zahl der verfügbaren Arbeitskräfte durch eine höhere Produktivität abzumildern. Dies verringert das Risiko einer technologiebedingten Arbeitslosigkeit im Allgemeinen, stellt aber im Besonderen hohe Anforderungen an die Flexibilität und Anpassungsbereitschaft von Unternehmen und Arbeitskräften.

Grundzüge der digitalen Ökonomie

Die Diffusion der digitalen Technik wird vor allem von zwei Faktoren vorangetrieben: das außergewöhnliche Tempo des technischen Fortschritts, das im sogenannten Moore'schen Gesetz seinen Ausdruck findet, und die Annäherung der Grenzkosten für die Verbreitung von Informationen an die Null-Linie. Während das Moore'sche Gesetz die jährliche Verdoppelung der Speicherkapazitäten auf elektronischen Chips in Relation zu ihren Kosten und damit eine rasche Verbilligung der Hardware zutreffend prognostizierte, weist die Null-Grenzkosten-Hypothese auf die verschwindend geringen Kosten der Informationsbeschaffung hin. Auch wenn dies keine Gesetzmäßigkeiten im strengen Sinne sind, beschreiben sie doch die entscheidenden Vorteile der digitalen Technik im Vergleich zur analogen: Sie ist nicht nur besser, schneller und billiger, sie wird auch in Zukunft immer besser, schneller und billiger werden. Dies erklärt die hohen Wachstumsraten der digitalen Wirtschaft und die Omnipräsenz der digitalen Technik in der heutigen und vermutlich künftigen Welt.

Aus ökonomischer Perspektive unterscheidet sich die Informationswelt in einigen wichtigen Punkten von der „analogen" Warenwelt:

- Es ergeben sich starke Größenvorteile (Economies of Scale), die durch Netzwerkeffekte, wie sie bei den Informationsplattformen auftreten, verstärkt werden. Gleichzeitig wird der Marktzugang erleichtert, sodass der wirtschaftlichen Konzentration in den Informationsindustrien eine wachsende Zahl von Anbietern in vielen anderen Märkten gegenübersteht.
- Sinkende Preise für Hardware, Software und vor allem die Annäherung der Grenzkosten für die Informationsbeschaffung an die Null-Linie verringern die Lenkungs- und Ausschlussfunktion von Preisen. Die Nachfrage nach Informationsgütern wächst mit exorbitanten Raten, und die digitale Technik verdrängt immer größere Teile der „analogen" Produktion.
- Das rasche Wachstum der digitalen Informationsbestände ermöglicht im Zusammenspiel mit verbesserten Analysetechniken eine exponentiell steigende Zahl an Kombinationen für das vorhandene Wissen. Dies beschleunigt das Potenzial des wissenschaftlichen und technischen Fortschritts. Soweit die Menschen in der Lage sind, daraus Erkenntnisse zu ziehen, ist auch von hohen „realen" Fortschrittsraten auszugehen.

Bislang hat Deutschland von der Informationstechnik vorwiegend als Anwender und Nutzer profitiert. Im Herstellerbereich haben sich Wachstum und Beschäftigung

hingegen abgeschwächt. Positive Entwicklungen zeigten sich nur bei den IT-Dienstleistungen. Angesicht der großen Wettbewerbsvorteile der ausländischen – insbesondere chinesischen – Anbieter gibt es in Deutschland kaum eine Aussicht auf eine Wiederbelebung der Hardware-Industrie, zumal die chinesischen Konkurrenten immer größere Teile des Weltmarktes für sich gewinnen. Gleiches gilt für die Entwicklung von Spitzentechnologie und Software, die weitgehend in den Händen amerikanischer Unternehmen liegt. Nennenswerte Wachstums- und Beschäftigungsimpulse sind daher nur zu erwarten, wenn sich Deutschland im Rahmen einer forcierten Digitalisierung zu einem weltweit führenden Anbieter für die vernetzte Industrieproduktion (Industrie-4.0) entwickelt.

Zukunftslinien der digitalen Technologie

Das Szenario *Beschleunigte Digitalisierung* geht von einer Entwicklungsstrategie aus, die auf die intensive Nutzung und Anwendung der digitalen Technik durch Bevölkerung, Wirtschaft und den öffentlichen Sektor setzt und die technologische Führerschaft im Bereich von Industrie 4.0 anstrebt. Es zielt auf die weitgehende Digitalisierung aller Lebens- und Arbeitsbereiche, mit der Absicht, die Auswirkungen des demografischen Wandels durch ein möglichst hohes Produktivitätsniveau zu beseitigen. Dies beinhaltet zum einen eine hohe Freisetzung von Arbeit in digitalisierbaren Tätigkeitsfeldern und zum anderen einen verstärkten Bedarf an koordinierenden, forschenden, kommunikativen, kreativen und entscheidungsintensiven Tätigkeiten.

Vor allem bedeutet es aber die Nutzung von Marktchancen durch die Konzentration der Aktivitäten auf die Entwicklung und Vermarktung digitaler Technik, insbesondere im Bereich Industrie 4.0. Dabei gehen wir für den Zeitraum bis 2030 von folgenden Trends aus:

- *Bevölkerung:* hohe Akzeptanz des digitalen Fortschritts; rasche Verbreitung der Sharing-Kultur; sekundäre Bedeutung des Datenschutzes; hohe Beteiligung an IT-spezifischer Weiterbildung; Verbreitung des digitalen Lernens und Lehrens; Ausbau der IT-Studienfächer und Integration digitaler Kompetenzen in die Berufsbildung.
- *Unternehmen:* technologische Führerschaft der Investitionsgüterindustrie wird durch Entwicklung von Industrie 4.0 verteidigt; hohe Investitionsbereitschaft; hoher F&E-Aufwand; geringer Wettbewerbsschutz für „analoge" Märkte; starker Nachfrageschub für Unternehmensdienste durch die zentrale Rolle von Software und Unternehmensorganisation in den Bereichen Big Data, selbstfahrende Fahrzeuge, Rationalisierung der Verwaltungen, Industrie 4.0 usw.
- *Handel und Dienstleistungen:* Handels- und Dienstleistungsplattformen führen zu hoher Konzentration unter den Plattformbetreibern und Diversifizierung und Ausfächerung direkter Leistungsanbieter; digitale Medien verdrängen zunehmend die Printmedien.
- *Verkehr:* selbstfahrende Autos sind bis 2030 Standard; vollautomatische Lagerhaltung; Carsharing setzt sich durch; digitale Verkehrsleitsysteme an vielen Knotenpunkten.

- *Öffentliche und soziale Dienste:* starke Förderung der digitalen Technik; internetbasierte Verwaltung; steigende Technikintensität bei sozialen Diensten; digitale Medizintechnik wird stark entwickelt; digitale Haustechnik findet weite Verbreitung.
- *IT-Industrien:* starke Wachstumsimpulse aus dem technologischen Wandel; Spezialisierung auf Produktionssteuerung, Logistik, Netzwerktechnik; forcierter Ausbau der Telekommunikation.
- *Arbeitsmarkt:* stärkere Arbeitsteilung bei einfachen, höhere Spezialisierung bei komplexen Tätigkeiten; stärkere Vernetzung der Fachdomänen; fortschreitende Flexibilisierung von Arbeitszeiten und Beschäftigungsverhältnissen; mehr Solo-Selbständige; Nutzung digitaler Techniken zur Integration weniger leistungsfähiger Personen.

Positive gesamtwirtschaftliche Effekte

Entgegen den vielfach geäußerten Erwartungen, die Digitalisierung gefährde Arbeitsplätze in großem Umfang, zeigen unsere Modellrechnungen, dass es durch eine beschleunigte Digitalisierung gelingen kann, wirtschaftliches Wachstum und Beschäftigung zu erzeugen. Der entscheidende Unterschied zu den von Frey/Osborne (2013), Bonin/Gregory/Zierahn (2015) oder dem Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung (Dengler/Matthes 2015) vorgelegten Studien besteht darin, dass wir nicht nur die Gefährdungspotenziale durch digitale Technik quantifizieren, sondern auch die positiven Nachfrageeffekte von Produktinnovationen, Kosten- und Preissenkungen berücksichtigen. Dies wendet das Blatt und stellt einen Beschäftigungsgewinn von rund einer Viertel Million in Aussicht. Das reale Bruttoinlandsprodukt liegt 2030 nach unseren Schätzungen um 4 % höher als ohne beschleunigte Digitalisierung, und die Erwerbslosigkeit sinkt um 20 %. Die Pro-Kopf-Einkommen sind ebenfalls um 4 % höher. Der maximale Beschäftigungszuwachs ergibt sich um 2025 mit etwa 370.000 Erwerbstätigen. Danach erzwingt das sinkende Arbeitsangebot den Rückgang um 0,7 Millionen auf 43 Millionen Erwerbstätige (Abbildung 5).[3]

Entscheidend sind aber die Produktivitätseffekte der Digitalisierung. Insbesondere in der Phase 2025–30 steigt nach unseren Modellrechnungen das Produktivitätswachstum deutlich an. Mit einem jährlichen Zuwachs von 2,4 % kompensiert die Produktivitätssteigerung nicht nur den Rückgang im Arbeitsangebot, sondern beschleunigt auch das durchschnittliche jährliche Wirtschaftswachstum mit einem Beitrag von 0,3 Prozentpunkten.

Eine solche Entwicklung ist sicherlich kein Selbstläufer, sondern hat – wie in den Schlussfolgerungen ausgeführt – eine Vielzahl von Weichenstellungen zur Voraussetzung. Modelltechnisch ergibt sich die positive Wirtschaftsentwicklung durch steigende Investitionen, insbesondere in Forschung und Entwicklung und Sachkapital sowie durch höhere Bildungsausgaben. Im zweiten Schritt ergeben sich erste Markt-

3 Derartige Berechnungen unternimmt das Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung in seinen Szenario-Rechnungen, kommt allerdings zu leicht negativen Effekten auf die Gesamtbeschäftigung (Wolter et al. 2015).

erfolge im Export und auf den Inlandsmärkten. Erst nach etwa zehn Jahren schlägt sich die Digitalisierung in einem höheren Produktivitätswachstum nieder, das in der Lage ist, dem negativen Effekt des demografischen Wandels entgegenzuwirken.

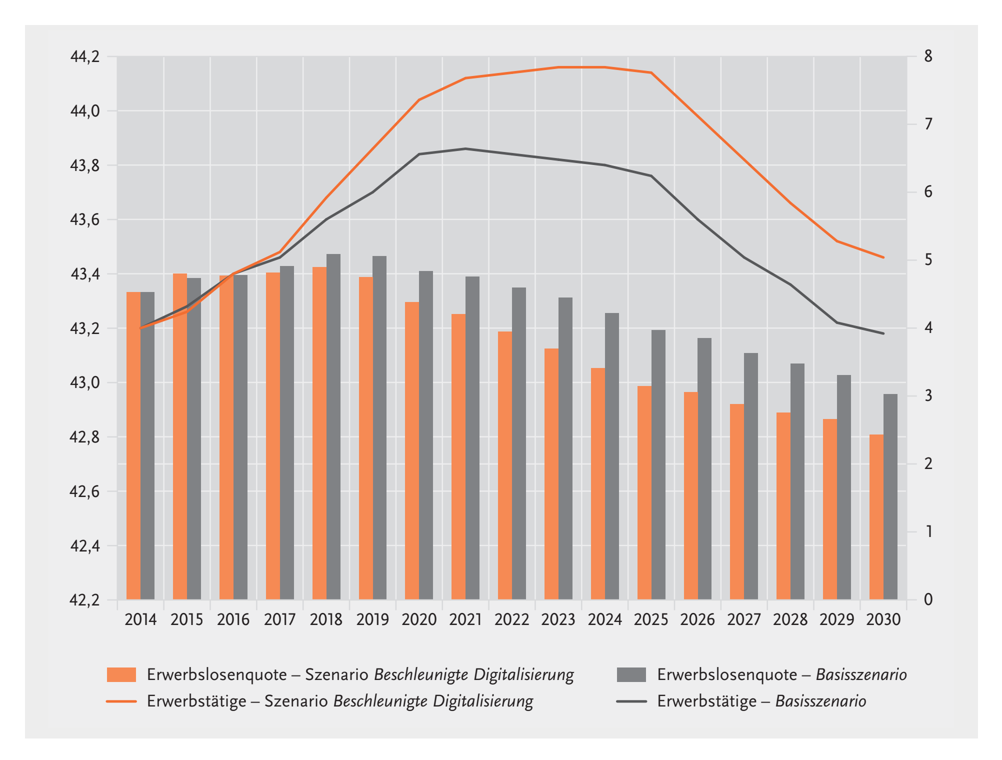


Abb. 5 Beschäftigungseffekt der beschleunigten Digitalisierung
Linke Skala: Erwerbstätige in Millionen; rechte Skala: Erwerbslosenquote in %

Quelle: CE, Economix (Prognose 2016; T12a)

Strukturelle Wirkungen

Die beschleunigte Digitalisierung löst vor allem in den Herstellerbranchen für digitale Technik und Dienste starke Beschäftigungsimpulse aus (Abbildung 6). Dazu gehören die klassischen Industriebranchen Maschinenbau, Fahrzeugbau und Elektronikindustrie ebenso wie IT-Dienste, Unternehmensdienste sowie Forschung und Entwicklung. Insgesamt werden in unseren Modellrechnungen 13 Branchen ihre Beschäftigung im Zuge einer beschleunigten Digitalisierung ausweiten können. Ihr Beschäftigungsgewinn bis 2030 wird bei einer Million Erwerbstätigen liegen. In den Anwenderbranchen wird die digitale Technik hingegen Arbeit freisetzen. Dies gilt vor allem für den Einzelhandel, das Papier- und Druckgewerbe und die Öffentliche Verwaltung. Die Beschäftigung wird in 27 Wirtschaftszweigen rückläufig sein. Der Beschäftigungsverlust dieser Sektoren wird nach unseren Einschätzungen bei 750.000 Erwerbstätigen liegen.

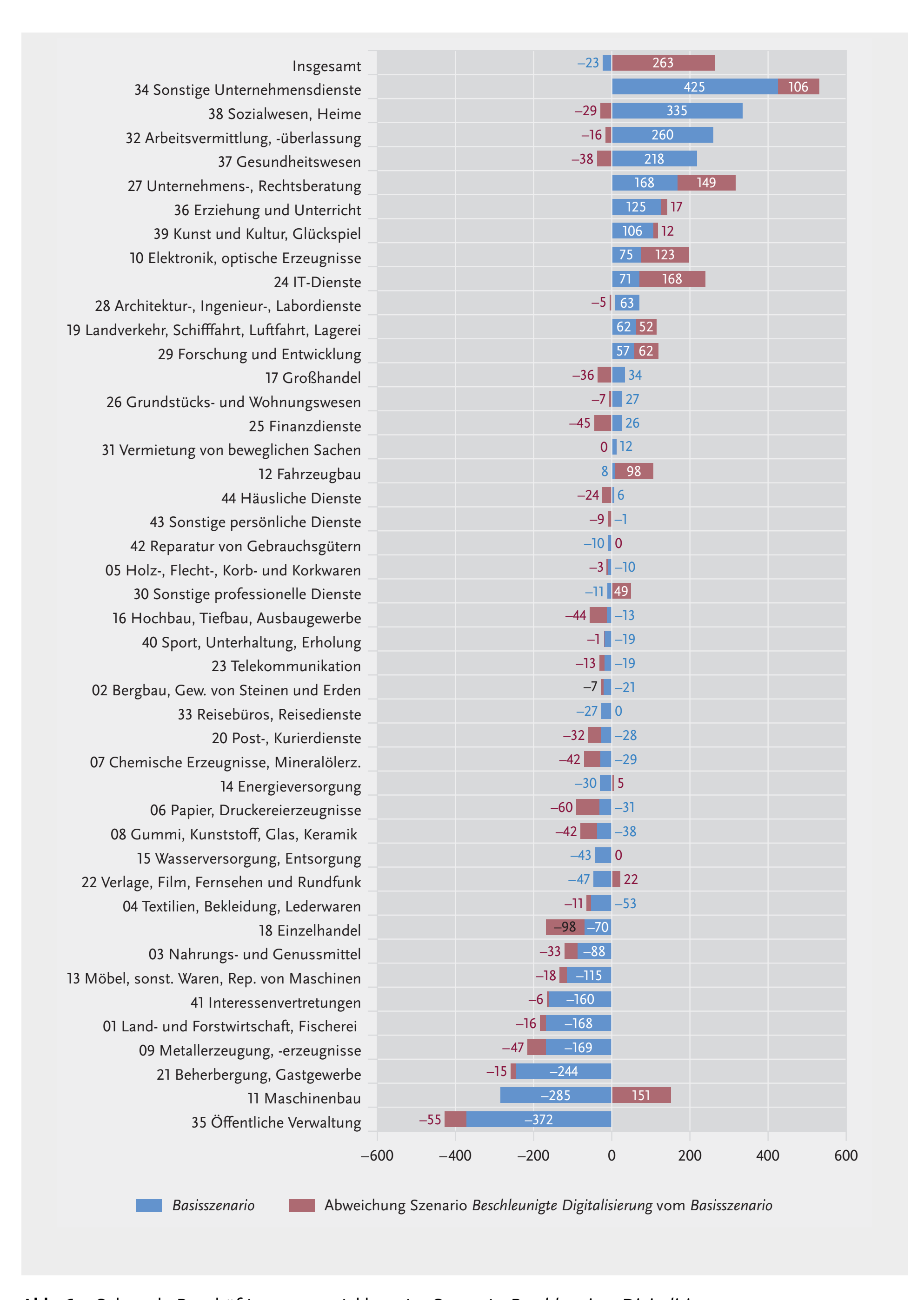


Abb. 6 Sektorale Beschäftigungsentwicklung im Szenario *Beschleunigte Digitalisierung*
Veränderung der Erwerbstätigenzahl nach Wirtschaftszweigen 2014–30 in 1.000

Quelle: CE, Economix (Prognose 2016; T17a)

Die beschleunigte Digitalisierung erhöht vor allem die Nachfrage nach IT-Berufen, Berufen der Unternehmensführung und -organisation sowie Berufen im Bereich Werbung und Marketing (Tabelle 2). Gleichzeitig steigt im Zuge von Industrie 4.0 der Bedarf an Mechatronikern sowie Maschinen- und Fahrzeugtechnikern. Negative Beschäftigungseffekte sind hingegen für eine Vielzahl von Fertigungsberufen zu erwarten, wie z. B. bei Metallerzeugung und -verarbeitung, in Textil- und Bekleidungsberufen sowie bei Ernährungsberufen. Darüber hinaus sind die Verkehrsberufe, Verkaufsberufe und einfache Gesundheitsberufe (z. B. Labor, Pflege) negativ betroffen. Einem Beschäftigungsgewinn von 580.000 Arbeitsplätzen in den begünstigten Berufen steht ein Beschäftigungsverlust von 310.000 Arbeitsplätzen in benachteiligten Berufen gegenüber.

Tab. 2 Auswirkungen der beschleunigten Digitalisierung auf die Berufsstruktur
Erwerbstätige; Szenario *Beschleunigte Digitalisierung*

Berufsbereich	**in 1.000**		**Veränderung 2014–30**		**Digitalisierungseffekt***
	2014	**2030**	**in 1.000**	**in %**	
1 Land-, Forst- und Tierwirtschaft und Gartenbau	1.041	884	–158	–15,1	–0,8
2 Rohstoffgewinnung, Produktion und Fertigung	8.086	7.557	–528	–6,5	1,5
3 Bau, Architektur, Vermessung und Gebäudetechnik	2.535	2.503	–32	–1,3	0,5
4 Naturwissenschaft, Geografie und Informatik	1.509	1.789	280	18,6	8,8
5 Verkehr, Logistik, Schutz und Sicherheit	5.698	5.550	–148	–2,6	–2,6
6 Kaufmännische Dienstleistungen, Warenhandel, Vertrieb, Hotel und Tourismus	5.359	5.153	–205	–3,8	0,0
7 Unternehmensorganisation, Buchhaltung, Recht und Verwaltung	8.803	8.929	126	1,4	1,1
8 Gesundheit, Soziales, Lehre und Erziehung	8.228	8.964	736	8,9	–0,1
9 Sprach-, Literatur-, Geistes-, Gesellschafts- und Wirtschaftswissenschaften, Medien, Kunst, Kultur und Gestaltung	1.270	1.477	207	16,3	5,7
0 Militär	174	137	–37	–21,4	–1,1
Insgesamt	42.703	42.943	240	0,6	0,6
(*) Abweichung der Veränderungsraten 2014–30 vom *Basisszenario* in Prozentpunkten					

Quelle: Economix (Prognose 2016; D_4_2_2)

Die Auswirkungen der beschleunigten Digitalisierung auf die Berufsstruktur bleiben in unseren Modellrechnungen geringer als in der Differenzierung nach Wirtschaftszweigen. Im Durchschnitt führt die Digitalisierung zu einer Veränderung der Erwerbstätigkeit in den einzelnen Berufen von ±3 %, wenn man die Ebene der Zweisteller der Berufssystematik verwendet. Auf der Ebene der Dreisteller beträgt die durchschnittliche Veränderung ±5 %. Dies ist durch die laufende Anpassung der beruflichen Tätigkeitsprofile bedingt, durch die nach unseren Erwartungen der über-

wiegende Teil der „digitalen“ Arbeitsanforderungen in die beruflichen Aufgaben integriert wird. In der Berufsstatistik ist daher nur ein Bruchteil der Veränderungen der Arbeitswelt sichtbar, die von der Digitalisierung ausgelöst werden.[4]

Fachkräftebedarf

Das Arbeitsangebot des *Basisszenarios* wird nicht ausreichen, um den Qualifikationsbedarf einer forcierten Digitalisierungsstrategie zu decken. Nach unseren Berechnungen erhöht die beschleunigte Digitalisierung den Bedarf an Arbeitskräften mit Hochschulbildung im Vergleich zum *Basisszenario* bis zum Jahr 2030 um 530.000 Erwerbstätige (Abbildung 7).

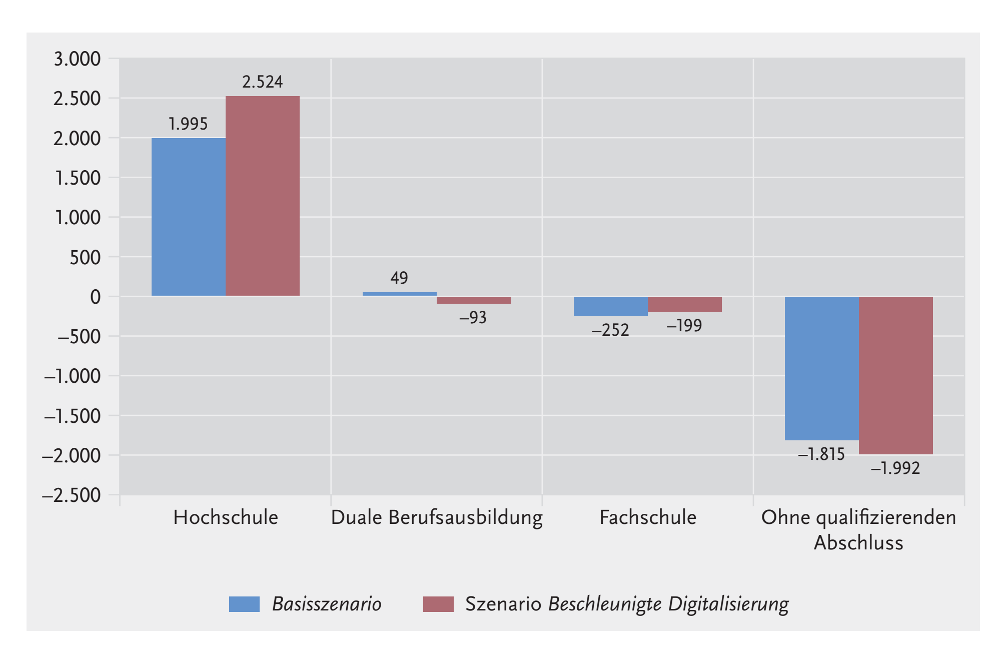


Abb. 7 Auswirkungen der beschleunigten Digitalisierung auf die fachliche Berufsbildung
Veränderung der Erwerbstätigenzahl 2014–30 in 1.000

Quelle: Economix (Prognose 2016; T17b)

Darunter sind 170.000 Rechts-, Wirtschafts- und Sozialwissenschaftler, 140.000 Ingenieure, 90.000 Mathematiker und Naturwissenschaftler sowie 70.000 Sprach- und Kulturwissenschaftler und 30.000 Künstler und Kunstwissenschaftler. Der Bedarf an dual ausgebildeten Arbeitskräften geht hingegen leicht zurück. Er sinkt im Zuge der forcierten Digitalisierung um 140.000 im Vergleich zum *Basisszenario*. Dahinter verbergen sich starke Umschichtungen: Verstärkt rückläufiger Bedarf zeigt sich bei Arbeitskräften mit einer Ausbildung in Fertigungs- und Metallberufen und

4 Da auch die Entstehung neuer Berufe statistisch nicht abgebildet werden kann, gehen wir davon aus, dass sich neue Berufsbilder innerhalb der bestehenden Berufe herausbilden.

vor allem in Organisations-, Verwaltungs- und Büroberufen. Arbeitskräfte mit einem technischen Ausbildungsberuf, mit einer Ausbildung als Waren- und Dienstleistungskauffrau bzw. -kaufmann und mit Verkehrsberufen werden hingegen häufiger gesucht. Der Bedarf an Arbeitskräften mit Fachschulbildung ist auch im Szenario *Beschleunigte Digitalisierung* rückläufig. Er sinkt bis 2030 um 210.000 (–5 %). Allerdings wirkt sich die beschleunigte Digitalisierung positiv aus, sodass 2030 etwa 50.000 Arbeitskräfte mehr erforderlich sind als dies im *Basisszenario* der Fall wäre. Davon profitieren in erster Linie Arbeitskräfte mit einer Fachschulbildung in technischen und kaufmännischen Berufen, während Arbeitskräfte mit einer Fachschulbildung in einem Erziehungs- oder Pflegeberuf etwas weniger gesucht werden. Arbeitskräfte ohne berufliche Bildung werden im Szenario *Beschleunigte Digitalisierung* noch weniger gebraucht als im *Basisszenario*.

Die Herausforderung der beschleunigten Digitalisierungsstrategie wird darin bestehen, das Potenzial an gering ausgebildeten Arbeitskräften und Personen ohne Berufsabschluss zu mobilisieren. Insgesamt gehörten 2014 7,8 Millionen Erwerbspersonen diesem Bildungssegment an, und wir rechnen mit zwei Millionen freigesetzten Arbeitskräften bis 2030. Es kommt also darauf an, einen möglichst hohen Anteil dieser Arbeitskräfte für die berufliche Bildung zu motivieren. Dazu ist die erfolgreiche Integration der Flüchtlinge erforderlich. Vor allem ist aber die Verbesserung der beruflichen Bildung der bereits im Arbeitsprozess stehenden Arbeitskräfte – unabhängig von ihrer Wanderungshistorie – unabdingbar. Dabei kommt es darauf an, die berufliche Qualifikation der Arbeitskräfte auf allen Niveaustufen gleichzeitig zu verbessern, nicht allein auf der untersten Ebene. Nur so lässt sich der stark steigende Bedarf an tertiär ausgebildeten Arbeitskräften decken. Die beschleunigte Digitalisierung erfordert daher eine Weiterbildungsinitiative mit großer Breitenwirkung. Mit einer Fokussierung allein auf die informationstechnischen Bildungssegmente sind die Wachstumsziele nicht zu erreichen.

Schlussfolgerungen und Empfehlungen

Strategien zur Bewältigung des demografischen Wandels

Unsere bisherigen Prognosen und Simulationen zeigen, dass keine der untersuchten Strategien zur Bewältigung des demografischen Wandels für sich genommen in der Lage ist, die negativen Auswirkungen der niedrigen Geburtenraten auf das Arbeitsangebot und die Beschäftigung aufzufangen. Durch ihre Kombination können gleichwohl nennenswerte Effekte erzielt werden:

- Die Steigerung der Erwerbsbeteiligung von Frauen und Älteren kann den bei konstanten Erwerbsquoten zu erwartenden Rückgang in der Zahl der Erwerbspersonen von 6,1 Millionen bis 2030 auf etwa die Hälfte begrenzen (Vogler-Ludwig/Düll 2013: 104). Die Alterung der Erwerbspersonen wird dadurch allerdings nicht aufzuhalten sein.

- Langfristig wird der Bevölkerungsrückgang nur durch eine steigende Geburtenziffer vermieden werden können. Dazu ist aber ein grundlegender Wertewandel durch eine „Willkommenskultur für Kinder“ erforderlich (Vogler-Ludwig/Düll/Kriechel 2015: 114).
- Die Zuwanderung kann – je nach Umfang – den Rückgang des Arbeitsangebots um 1 bis 1,4 Millionen abmildern. Dabei liegt der Effekt der Zuwanderung nicht nur in der günstigeren Entwicklung der Zahl der Arbeitskräfte, sondern auch in der Verjüngung der Erwerbspersonen. Die Flüchtlingswanderung wirft allerdings ernstzunehmende Probleme hinsichtlich der Qualifikation der zur Verfügung stehenden Arbeitskräfte auf und erfordert erhebliche Investitionen in die berufliche Bildung.
- Die beschleunigte Digitalisierung der deutschen Wirtschaft kann den Produktivitätsfortschritt spürbar steigern. Dadurch kann nach unseren Berechnungen etwa ein Achtel des demografisch bedingten Rückgangs in der Zahl der Erwerbspersonen kompensiert werden. Aus demografischer Sicht ist dies ein vergleichsweise kleiner Effekt. Seine Wirkung nimmt allerdings im Prognoseverlauf deutlich zu.

Keine Linderung des Fachkräftemangels

Die Hoffnung, die Fachkräfteengpässe durch eine Erweiterung des Arbeitsangebots oder durch eine höhere Produktivität zu verringern, bleibt allerdings unerfüllt. Die Ausweitung der Zahl erwerbstätiger Menschen führt zu Nachfrageeffekten auf den Gütermärkten, zu Wachstumsgewinnen und damit zu höherer Nachfrage nach Arbeitskräften. Die gesamtwirtschaftliche Arbeitsmarktbilanz kommt daher – trotz der positiven Effekte auf das Arbeitsangebot – nicht ins Gleichgewicht, und die Engpässe bleiben je nach Stärke des Multiplikatoreffekts bestehen. Gleiches gilt für die Erhöhung der Produktivität im Zuge der Digitalisierung.

Erst wenn die Wirtschaft ihre Produktions- und Wachstumsziele an die Entwicklung des Arbeitsangebots anpasst, kommt eine Annäherung an die Gleichgewichtslage zustande. Die Hinnahme des demografischen Wandels widerspricht allerdings allen bekannten Planungen, auch wenn manche dies als Chance für ein ruhigeres und möglicherweise anspruchsloseres Leben sehen. Unser Versuch, ein solches Szenario zu beschreiben, resultierte aber in erheblichen Verteilungskonflikten, die durch die ungleiche Verteilung von Vermögen, Beschäftigungschancen und Einkommen ausgelöst werden. Wir halten dieses Szenario einer „schrumpfenden, aber glücklichen“ Gesellschaft daher für wenig realistisch und haben dafür auch keine Zahlen vorgelegt.

Einwanderungsland Deutschland

Es ist durchaus denkbar, dass wir in unseren Prognosen von Arbeitsangebot und Beschäftigung zu pessimistisch sind. Die historischen Erfahrungen zeigen, dass sich Deutschland letztlich immer wieder für die Aufnahme von Arbeitskräften aus dem Ausland entschieden und so zumindest phasenweise die Engpässe in der Verfügbarkeit von Arbeitskräften verringert hat. Dies hat sich jedes Mal als gesamtwirtschaft-

lich nützlich herausgestellt, sei es, um Arbeitskräfteengpässe zu überwinden oder der Konsum- und Investitionsflaute entgegenzuwirken. Damit ist es sehr wahrscheinlich, dass Deutschland dem langfristig wirkenden demografischen Wandel auch in Zukunft durch neuerliche Einwanderung begegnen wird.

Lange hat sich Deutschland dagegen gewehrt, als Einwanderungsland zu gelten und sich als solches zu verstehen. Im Zuge der jüngsten Einwanderungswelle ist daher erneut eine heftige Protestbewegung gegen die massenhafte Aufnahme von Menschen aus dem Ausland entstanden. Durch die Höhe der Zuwanderung ist sie auch besonders stark ausgefallen. Dennoch setzt die Politik verstärkt auf Integration, basierend auf der Verpflichtung zur Hilfe in der Not und einem weltoffenen Selbstverständnis, das vom überwiegenden Teil der Bevölkerung getragen wird. Es ist daher zu erwarten, dass mit zunehmender Integration der eingewanderten Bevölkerung die Proteste nachlassen und die durch die neue Bevölkerung erreichten Vorteile sichtbar werden.

Man könnte daher auch eine Prognose erstellen, in der die Zuwanderung umso wahrscheinlicher wird, je knapper die Versorgung mit Arbeitskräften auf dem heimischen Arbeitsmarkt ausfällt. Nach unseren Vorausberechnungen dürfte dies in der zweiten Hälfte der zwanziger Jahre dieses Jahrhunderts der Fall sein, wenn das Arbeitsangebot erneut zu sinken beginnt und die deutsche Wirtschaft – weiteres Wirtschaftswachstum vorausgesetzt – in die nächste Phase des Arbeitskräftemangels eintritt. Wir haben dieses Szenario nicht zur Grundlage unserer Berechnungen gemacht, denn der gesellschaftliche Kompromiss für ein „Einwanderungsland Deutschland“ scheint noch nicht gefunden. Allerdings sehen wir Deutschland auf gutem Weg, denn sowohl in der Wahrnehmung der Zuwanderung durch die Mehrheit der Bevölkerung als auch in der Integrationspolitik wurden Fortschritte erzielt.

Einwanderungspolitik in internationalen Arbeitsmärkten

In einem Einwanderungsland Deutschland wird die Notwendigkeit zur Steuerung der Einwanderung immer deutlicher werden. Ein wichtiges Element künftiger Einwanderungspolitik sollte daher die Vorbereitung und Verabschiedung eines Einwanderungsgesetzes sein, das – über die Integration von Flüchtlingen hinaus – die Zuwanderung aus allen Regionen der Welt regelt. Dabei ist an der Freizügigkeit der Wanderungen im EU-Raum festzuhalten und die Zuwanderung von Asylbewerbern weiterhin zu garantieren. Es geht also nicht allein um Begrenzung der Zuwanderung, sondern um ihre Steuerung. Gleichzeitig muss Deutschland auch für qualifizierte Einwanderer aus Nicht-EU-Ländern attraktiv sein. Dies ist mit den gegenwärtig restriktiven Regelungen nicht zu erreichen.

Dazu kann die Berufsbildungspolitik durch eine liberalere Anerkennungspraxis von Bildungsabschlüssen einen wichtigen Beitrag leisten. Nach wie vor sind die Anerkennungsquoten sehr niedrig. Besser als die detaillierte Prüfung der formalen Bildungsinhalte erscheint daher die Feststellung der vorhandenen Kompetenzen in beruflichen Kompetenzzentren. Darüber hinaus sollte es eine Aufgabe der Bildungs-

politik sein, sowohl die Vorteile des internationalen Kulturaustauschs als auch die Abhängigkeit Deutschlands von internationalen Wirtschaftsbeziehungen zu verdeutlichen.

Erwachsenenbildung als Säule der beruflichen Bildung

Die Zuwanderung leistet zwar einen wichtigen Beitrag, um die fortschreitende Alterung der Erwerbspersonen zu bremsen. Sie kann diesen Prozess aber nicht aufhalten. Dies kann bei einem Bildungssystem, das vorwiegend auf die berufliche Erstausbildung setzt, nicht nur zu Verwerfungen zwischen Arbeitsangebot und -nachfrage führen, sondern auch die Anpassung der Qualifikations- und Tätigkeitsprofile der Erwerbstätigen an den technischen und wirtschaftlichen Strukturwandel verlangsamen. Dies wäre vor allem in einem Szenario *Beschleunigter Digitalisierung* ein Hemmnis, das die gesamte Strategie in Frage stellt.

Wir haben daher seit unserer Prognose 2012 auf die Notwendigkeit des Aufbaus eines allgemein anerkannten, zertifizierten Weiterbildungssystems hingewiesen. Dies kann nicht ohne den Staat gelingen, der Normen und Grundsätze festlegen und die Organisationsstruktur der Weiterbildung bestimmen sollte. Darüber hinaus wird eine höhere Weiterbildungsbeteiligung nicht ohne finanzielle Unterstützung erreichbar sein. Wenn Deutschland seine Wettbewerbsfähigkeit erhalten und die Anpassung an den globalen Strukturwandel erreichen will, sollte es die Erwachsenenbildung zu einer Säule seines beruflichen Bildungssystems machen. Dies gilt nicht nur für eine beschleunigte Digitalisierung, sondern auch aus der Perspektive des *Basisszenarios*.

Chancen der Digitalisierung statt Ende der Arbeit

Deutschland steht vor der strukturpolitisch entscheidenden Alternative, seine Spitzenposition in der industriellen Produktion durch eine Strategie der beschleunigten Digitalisierung auch in der digitalen Welt zu behaupten oder die Entwicklung zu einer diversifizierten Wissensökonomie voranzutreiben, in der zwar die Nutzung digitaler Technik wichtig ist, nicht aber die technologische Führerschaft des industriellen Sektors. Nach unseren Modellrechnungen führt das Szenario einer beschleunigten Digitalisierung zu höheren Einkommen, mehr Beschäftigung und höherer Produktivität. Aus wirtschaftlicher Perspektive ist es daher dem alternativen *Basisszenario* vorzuziehen. Der Verzicht auf die volle Teilnahme am industriellen Wettbewerb im Bereich Industrie 4.0 beinhaltet darüber hinaus das Risiko, auf vielen Gebieten der Wissensökonomie in Rückstand zu geraten.

Befürchtungen, es käme zu einer Welle technologisch bedingter Arbeitslosigkeit, erscheinen unbegründet. Den in den vergangenen Jahren immer wieder thematisierten Gefährdungspotenzialen durch die Digitalisierung stehen Nachfragepotenziale gegenüber, die mehr Arbeitsplätze schaffen als durch Rationalisierung entfallen. Es kommt nur darauf an, die Chancen der Digitalisierung zu nutzen.

Politik, Unternehmen und Gewerkschaften haben sich bereits für diesen Weg entschieden. Im Rahmen der Digitalen Agenda der Bundesregierung und der Initiative

„Arbeiten 4.0" des BMAS sind Dialogprozesse gestartet worden, mit denen die Handlungsstrategien überprüft und die Breitenwirkung der Initiativen verbessert werden sollen. Gleichwohl steht Deutschland ziemlich am Anfang dieses Weges, und in vielen Bereichen sind die Rückstände gegenüber den USA und den asiatischen Ländern erheblich. Es muss wohl so etwas wie ein Ruck durch das Land gehen, um die Digitalisierung eher als Chance denn als Risiko wahrzunehmen.

Keine Polarisierung des Arbeitsmarktes

Die Sorge, dass die Digitalisierung die beruflich gebildete Mittelschicht, also die Facharbeiter und mittleren Angestellten, freisetzt, wird von unseren Modellrechnungen nicht gestützt. Nach unserer Einschätzung ersetzt die digitale Technik – wie alle bisherigen Technologielinien – in erster Linie einfache Arbeit, während anspruchsvollere Tätigkeiten zu komplexeren Aufgabenfeldern weiterentwickelt werden. Die als Polarisierungsthese bekannte Vermutung unterschätzt nach unserer Auffassung die Anpassungsfähigkeit der beruflichen Tätigkeitsprofile und die Flexibilität des Arbeitsmarktes.

Auch im Zeitalter der Digitalisierung bleibt die berufliche Bildung der gering Qualifizierten die wichtigste Aufgabe. Dies wird durch den Zuzug von gering oder falsch qualifizierten Arbeitskräften noch verschärft. Auch dieses Problem wurde von der Politik erkannt. Es kommt daher vor allem darauf an, die richtigen Bildungs- und Integrationskonzepte zu finden und umzusetzen.

Die Befürchtung, die Digitalisierung würde die Einkommensverteilung weiter zugunsten der oberen Einkommensschichten verlagern, findet in unseren Berechnungen keine Unterstützung. Wir sehen keinen Zusammenhang zwischen der Veränderung der Beschäftigtenzahlen in den Berufen und ihrem jeweiligen Einkommensniveau, zumal auf dem deutschen Arbeitsmarkt die Löhne nur eine vergleichsweise geringe Rolle in der Festlegung der Qualifikationsstrukturen spielen. Dafür gibt es viele Gründe, etwa die lange Tradition der Tarifvereinbarungen, aber auch die Vorsicht der Unternehmen, den gesellschaftlichen Konsens über die qualifikationsspezifischen, beruflichen oder regionalen Verdienstrelationen anzutasten. Maßgeblich ist aber, dass die Mehrheit der deutschen Unternehmen keine Niedriglohnstrategie verfolgt. Die Geschäftsmodelle werden vielmehr von der Zielsetzung geleitet, über die fortlaufende Verbesserung der Qualifikation der Arbeitskräfte die Wettbewerbsfähigkeit zu verbessern und die Wertschöpfung zu steigern. Dieses „deutsche Entwicklungsmodell", das sich auf die Qualifikation seines Humankapitals stützt, ist durch die Digitalisierung nicht in Gefahr. Im Gegenteil, es bekommt eine neue Chance.

Für das oberste Segment der Einkommensverteilung in Deutschland dürften die digitalen Märkte keine maßgebliche Rolle spielen. Anders als in den USA gibt es hier keine Weltunternehmen, an deren außergewöhnlichen Gewinnen einige wenige Eigentümer partizipieren könnten. Hier bleibt alles in sehr viel kleinerem Maßstab. Die Entwicklung von Industrie 4.0 dürfte die Einkommen der Unternehmer näher

an die Verhältnisse der deutschen Investitionsgüterindustrie heranführen als an die Verhältnisse im Silicon Valley.

Beschleunigung des Strukturwandels

Unsere Analysen haben gezeigt, dass bei beschleunigter Digitalisierung deutliche Umschichtungen der Beschäftigung in Richtung Investitionsgüterindustrien und Unternehmensdienste sowie eine noch stärkere Verlagerung der Arbeitskräftenachfrage zugunsten der Hochschulabsolventen und zulasten der Arbeitskräfte ohne berufliche Bildung zu erwarten sind. Erst wenn diese Verlagerungen nicht gelingen, ist mit einer größeren Zahl von Erwerbslosen, mehr atypischer Beschäftigung und einem erneuten Anwachsen des Niedriglohnsektors zu rechnen. In unserem Szenario wird eine solche Marginalisierung durch die starke Nachfrage nach Arbeitskräften, das funktionierende „Upgrading“ der Qualifikationsprofile und die gelungene Integration der Zuwanderer verhindert.

Gleichwohl wird die Frage nach der Verteilung von Gewinnen und Anpassungskosten angesichts des beschleunigten digitalen Strukturwandels eine der großen Herausforderungen sein. Nur wenn es gelingt, diese Verteilungsfragen zu lösen, wird die Akzeptanz für die neuen Technologien auch von einer breiten Mehrheit der Gesellschaft getragen werden. Dazu zählen auch Reformüberlegungen zur Weiterentwicklung des Sozialstaats, um einerseits die Potenziale der Flexibilisierung für Unternehmen zu nutzen und andererseits eine soziale Absicherung zu schaffen für diejenigen, für die steigende Flexibilisierung zunächst Prekarisierung bedeutet. Wir empfehlen daher die Entwicklung eines Flexicurity-Konzepts, das die Beschäftigungsrisiken der Umstrukturierung mindert und gleichzeitig den Strukturwandel fördert.

Wenn es dem Staat und vor allem den Sozialpartnern gelingt, die flexibilisierungs- und produktivitätssteigernden Potenziale der Digitalisierung entsprechend zu gestalten und dabei sowohl die Vereinbarkeit von Familie und Beruf zu verbessern als auch die Arbeitsbedingungen für z. B. ältere und gesundheitlich eingeschränkte Personen, ist auch ein erweiternder Effekt der Digitalisierung auf das Arbeitsangebot möglich.

Vor allem teilzeitarbeitende Frauen könnten den Umfang der gearbeiteten Stunden ausweiten, und die Erwerbsquote älterer Arbeitnehmer könnte sich noch stärker erhöhen als bislang angenommen. Schließlich könnte sich die verbesserte Vereinbarkeit von Familie und Beruf langfristig positiv auf die Geburtenrate auswirken.

Voraussetzungen für die beschleunigte Digitalisierung

Die Bedingungen für die beschleunigte Digitalisierung sind noch nicht gegeben. Sie setzt voraus, dass umfangreiche Investitionen in die digitale Infrastruktur und das digitale Humankapital vorgenommen werden. Dazu gehören:

- der Ausbau der Breitbandnetze und die Steigerung ihrer Leistungsfähigkeit. Die geplante flächendeckende Internet-Anbindung mit 50 Mbit/s dürfte weit hinter den Ansprüchen des Industrie-4.0-Konzepts zurückbleiben,

- die Förderung von Forschung und Entwicklung in den Kernsegmenten der digitalen Technologie, d. h. Sensorik, Robotik, künstliche Intelligenz, Bildverarbeitung, Datenanalyse;
- eine Neubewertung des Datenschutzes unter Berücksichtigung der Vorteile von Open-Source-Konzepten. In der gegenwärtigen Praxis dürfte der Datenschutz nach deutschem Muster den technologischen Wandel eher verlangsamen,
- die Förderung der Digitalisierung der Information, die Beschränkung der Verfügungsrechte auf ein notwendiges Minimum und die Verbesserung der Effizienz der Informationsaufbereitung und -verarbeitung. Die Förderung von Open-Source-Konzepten könnte diese Prozesse wesentlich beschleunigen,
- der Ausbau der Berufsbildung in IT-Berufen sowie die verstärkte Vermittlung von IT-Kompetenzen in fast allen Zweigen der Berufsbildung. Die Ausstattung der Schulen mit IT-Infrastruktur ist nach wie vor unzureichend und die Nutzung IT-basierter Lernmittel zu gering. Ein Ausweg aus der seit Jahren bestehenden Situation wäre der Ausbau der IT-Weiterbildung für Erwerbstätige, Arbeitslose, Studenten und Schüler,
- die Unterstützung des strukturellen Wandels in der Arbeitswelt durch Maßnahmen, die sich am Flexicurity-Konzept orientieren, d. h. Verknüpfung von Arbeitslosigkeit und Weiterbildung, bessere Absicherung von Solo-Selbständigen, Förderung von Telearbeit und Home-Office und Umstellung betrieblicher Personalpolitik auf langfristige und entwicklungsorientierte Beschäftigung. Diese Maßnahmen zielen auf eine Reduzierung der Risiken bei Arbeitsplatzverlust oder Umstrukturierung und erhöhen die Chancen auf Beschäftigung in den neu entstehenden Arbeitsplätzen der digitalen Wirtschaft.

Im weiteren Sinne gehört zur Umsetzung der beschleunigten Digitalisierung ein möglichst breiter gesellschaftlicher Konsens, der gegenwärtig in Deutschland noch nicht zu erkennen ist. Allerdings schätzen wir die Dynamik des digitalen Wandels als so stark ein, dass auch ein „zögerliches“ Deutschland von den technischen Möglichkeiten zunehmend Gebrauch machen wird. Da die Vorreiterrolle in der technologischen Entwicklung nicht immer vorteilhaft ist, ergeben sich auch für „Spätentwickler“ gute, wenn nicht sogar günstige Chancen.

1 Aufgabenstellung, Konzept und Methodik

Das Bundesministerium für Arbeit und Soziales hat uns im Jahr 2011 mit der „Analyse der zukünftigen Arbeitskräftenachfrage und des -angebots auf Basis eines Rechenmodells“ beauftragt. Die Absicht war „... regelmäßig und dauerhaft transparente, detaillierte und wissenschaftlich fundierte Einschätzungen über die zukünftige Entwicklung der gesamtwirtschaftlichen Arbeitskräftenachfrage und des -angebots in Deutschland abgeben zu können.“ (BMAS 2011). Dazu war ein Prognosemodell zu entwickeln, das als Frühwarnsystem dient, um mögliche Arbeitskräfteengpässe besser abzuschätzen und zielgerichtete Maßnahmen zur Arbeitskräftesicherung abzuleiten.

Im Rahmen des Projekts wurden bisher zwei Hauptberichte, ein Methodenbericht und ein Ergänzungsbericht mit den Fachexpertisen vorgelegt:

- Hauptbericht 2012: Arbeitsmarkt 2030 – Eine strategische Vorausschau auf Demografie, Beschäftigung und Bildung in Deutschland. W. Bertelsmann Verlag;
- Arbeitsmarkt 2030 – Methodenbericht – Beschreibung der quantitativen Modelle. W. Bertelsmann Verlag;
- Arbeitsmarkt 2030 – Fachexpertisen und Szenarien – Trendanalyse und qualitative Vorausschau. W. Bertelsmann Verlag;
- Hauptbericht 2014: Arbeitsmarkt 2030 – Die Bedeutung der Zuwanderung für Beschäftigung und Wachstum. W. Bertelsmann Verlag.

Zusammenfassungen wurden 2013 und 2015 vom BMAS veröffentlicht.

Die Aufgabenbeschreibung für die Prognose 2016 sieht – neben der Fortführung der bisherigen Prognoseteile – eine Schwerpunktsetzung auf die Arbeitsmarktwirkungen der Digitalisierung vor. Das Projekt ist damit auch Teil des vom BMAS erstellten Weißbuchs „Arbeit 4.0“, das im Laufe des Jahres 2016 publiziert werden wird. Gleichzeitig soll die Prognose auf den starken Anstieg der Zuwanderung seit 2014 eingehen und Einschätzungen zu den Auswirkungen des Flüchtlingszustroms liefern.

1.1 Strategien zur Bewältigung des demografischen Wandels

Im Prinzip gibt es drei Möglichkeiten, dem durch den demografischen Wandel ausgelösten Bevölkerungsrückgang zu begegnen:

- Die *Ausweitung der Zahl der Arbeitskräfte* durch Aktivierung eines möglichst großen Teils der Bevölkerung wie z. B. durch Förderung der Frauenerwerbstätigkeit, Steigerung der Erwerbsbeteiligung von Älteren, Aufnahme von ausländischen Arbeitskräften und auf lange Frist durch Steigerung der Geburtenraten. Da solche Maßnahmen für sich genommen nur eine numerische Ausweitung des Arbeitskräfteangebots bewirken, erfordern sie eine ergänzende Bildungs- und Ausbildungsstrategie, die in der Lage ist, den Qualifikationsbedarf der Wirtschaft zu decken. Erst dadurch lassen sich die Wachstumspotenziale erschließen.
- Die *Steigerung der Produktivität* in der Produktion von Waren und Diensten durch Nutzung effizienter Technologien, Verbesserung der organisatorischen Effizienz der Produktionsabläufe oder Verlagerung der Produktion ins kostengünstigere Ausland. Diese Maßnahmen zielen auf die Einsparung von Arbeit bei gleichzeitiger Konzentration auf die wertschöpfungsintensiven Teile der Produktion. Sie verlangen eine hohe Anpassungsfähigkeit an den strukturellen Wandel. Dafür sind flexible Unternehmen und intelligente Arbeitskräfte wichtig. Auch hier spielt also die Bildungs- und Ausbildungsstrategie eine entscheidende Rolle.
- Schließlich ist auch die *Hinnahme des demografischen Wandels* eine Option. Ihr liegt die Überlegung zugrunde, dass weniger Arbeitskräfte nicht notwendigerweise ein sinkendes Pro-Kopf-Einkommen und damit sinkenden Wohlstand bedeuten. Durch die Umwandlung der produktionsorientierten in eine finanzorientierte Wirtschaft, d. h. den Verkauf von Produktionsunternehmen und die weltweite Re-Investition der Finanzmittel, kann das Einkommensniveau gesichert werden. Dabei steht allerdings nicht der Erhalt von Arbeitsplätzen, sondern des Einkommens im Vordergrund. Dies ist weniger eine Frage der Bildungs- und Ausbildungspolitik als eine Frage der Verteilungs- und Vermögenspolitik.

Im Rahmen dieses Projekts beschäftigen wir uns mit allen drei Optionen. Im ersten Hauptbericht 2012 (Vogler-Ludwig/Düll 2013) haben wir vor allem die Aktivierung der inländischen Arbeitskräftepotenziale unter Frauen und Älteren zum Thema gemacht und aufgezeigt, dass beide Gruppen erhebliche Beiträge zur Ausweitung des Arbeitsangebots leisten können. Im zweiten Hauptbericht 2014 (Vogler-Ludwig/Düll/Kriechel 2015) stand die Zuwanderung im Fokus. Er zeigte, dass Zuwanderung nicht nur zu einer phasenweisen Ausweitung des Arbeitsangebots führt, sondern auch Wachstum und Beschäftigung steigern kann. Dies setzt allerdings voraus, dass Arbeitskräfte mit den richtigen Qualifikationen kommen bzw. in den richtigen Qualifikationen ausgebildet werden können. Gleichwohl bleiben die Effekte dieser ange-

Politische Lage

Unmittelbar nach dem Votum Großbritanniens für einen Austritt aus der EU stellt sich die Frage, ob unsere Modellannahmen angesichts der erwarteten negativen Wachstums- und Beschäftigungseffekte noch Bestand haben können. Es ist davon auszugehen, dass Unternehmen und Arbeitskräfte sich schon vor dem Abschluss der Verhandlungsphase auf erwartete oder vermutete Rechts- und Marktänderungen einstellen werden und daher insbesondere in Großbritannien negative wirtschaftliche Effekte zu erwarten sind (EIU 2016).

Aufseiten der EU bzw. Deutschlands ist dies weniger eindeutig. Zwar dürfte sich der Außenhandel zwischen beiden Regionen abschwächen, aber gleichzeitig ist zu erwarten, dass Unternehmen ihre Investitionen in den EU-Wirtschaftsraum umlenken werden. Dem dürften die Arbeitskräfte folgen. Im Hinblick auf die Wachstumseffekte in der EU stehen den negativen Effekten auch positive gegenüber. Diese Erwartung äußert auch das Ifo-Institut in seiner Brexit-Prognose für die Bertelsmann-Stiftung (Aichele/Felbermayr 2016).

Anders sieht es aus, wenn die britische Entscheidung die nationalistischen Bewegungen auch in anderen EU-Ländern stärkt und die europäische Integration zum Stillstand bringt, möglicherweise sogar zu weiteren Austritten führt. Letzteres würde die Lage in Europa destabilisieren und durch die verstärkten Unsicherheiten das Wachstum dämpfen. Dabei dürften sich die Wachstumseinbußen auch in Deutschland nicht mehr im Zehntelprozentbereich bewegen.

Ähnliches gilt auch für andere Krisenherde wie der Konflikt mit Russland und die andauernden Auseinandersetzungen in den arabischen und afrikanischen Ländern. Auch hier ist das Risiko einer plötzlichen Verschärfung gegeben.

Wir haben diese „Krisen-Szenarien“ nicht zur Grundlage unserer Modellrechnungen gemacht, denn es bleibt ungewiss, ob, wann und wie sie sich entwickeln. Unsere Prognosen stehen daher unter der – zugegeben – optimistischen Erwartung, dass es der internationalen Staatengemeinschaft gelingen wird, die Krisen im gegenseitigen Ausgleich zu lösen. Wohl wissend, dass es auch anders kommen kann, halten wir es mit der Einstellung: Eine Zukunft ohne Optimismus ist keine Zukunft.

botserweiternden Strategien zeitlich begrenzt, sodass sich der langfristig wirkende demografische Wandel immer wieder durchsetzt. Abhilfe könnte nur eine grundlegende Änderung des Geburtenverhaltens in der Bevölkerung schaffen. Allerdings bleibt es schwer vorstellbar, dass eine Rückkehr zu der demografisch erforderlichen Geburtenziffer von über 2,0 gelingen kann. Alles, was darunter liegt, kann den Bevölkerungsrückgang und seine negativen Auswirkungen auf das Arbeitsangebot nur begrenzen, aber nicht aufhalten.

Wir haben daher auch zur Option „Hinnahme des demografischen Wandels“ ein Szenario vorgelegt, das einen Wertewandel zu mehr „Wohlstand und Glück“ zur Grundlage nimmt und die Folgewirkungen einer weniger leistungsorientierten, nachhaltigen Gesellschaftsorientierung aufzuzeigen sucht (Vogler-Ludwig/Düll 2013: 54). In der Tat ist ein solcher Entwicklungspfad auch ohne große Wohlstandsverluste vorstellbar – zumindest innerhalb unseres Prognosehorizonts bis 2030. Das große Problem bleibt aber die sich fortsetzende Alterung der Bevölkerung, mit der auch die Innovations- und Regenerationskräfte des Wirtschaftssystems zu schwinden drohen. Hier ist ein sich selbst verstärkender Prozess angelegt, der den Wohlstand auf lange Sicht doch gefährdet. Die Umgestaltung in ein finanzorientiertes Wirtschaftssystem

ist darüber hinaus mit ungelösten Verteilungsfragen verbunden. Die Schrumpfung der materiellen Produktion gefährdet Bevölkerungsgruppen, die nicht in gleichem Maße von den Finanzbeteiligungen profitieren. Es bildet sich also ein vergleichsweise konfliktreiches Szenario ab, das die Gesellschaft vermutlich zu meiden versucht. Aus diesem Grund haben wir dazu keine Modellrechnungen vorgelegt.

In der Prognose 2016 geht es im Schwerpunkt um den beschleunigten technologischen Wandel und um die Frage, welche Veränderungen durch die rasche Verbreitung der digitalen Technik auf Wirtschaft und Arbeitsmarkt ausgehen: Inwieweit kann der demografische Wandel und der dadurch ausgelöste Fachkräfteengpass durch verstärkte Nutzung der digitalen Technik und die dadurch mögliche Steigerung des Produktivitätswachstums bekämpft werden? Sind angesichts der großen Potenziale der Digitalisierung Arbeitseinsparungen in bislang nicht geahntem Ausmaß möglich, sodass die in der Entwicklung befindlichen selbststeuernden Apparate und Prozesse immer größere Teile der menschlichen Arbeit übernehmen? Gelingt es, auf diese Technologieschübe so flexibel zu reagieren, dass die freiwerdende Arbeit in die Segmente mit Fachkräftemangel umgesetzt werden kann, oder stehen wir vor einer neuerlichen Periode technologisch bedingter Arbeitslosigkeit, in der die arbeitssparenden Effekte hier auftreten, die Wachstumseffekte aber in anderen Regionen der Welt? Die entscheidende Frage, die wir zu beantworten versuchen, ist also nicht nur, welche Arbeitseinsparungen die Digitalisierung ermöglicht, sondern inwieweit es uns gelingt, sie für ein neues Wirtschaftsmodell zu nutzen und dadurch Wachstum zu schaffen.

Wir stehen damit vor einer Phase intensiven strukturellen Wandels, in der Anpassungsfähigkeit und Ideenreichtum die wichtigsten Ressourcen sind, weit wichtiger als die Ausstattung mit Sach- und Finanzkapital. Dabei sind Richtung und Ausmaß der Digitalisierung angesichts des Tempos der Entwicklungen alles andere als eindeutig. Die Technologien des Jahres 2030 sind noch nicht einmal erfunden, geschweige denn angewandt. Es kommt also darauf an, die prinzipiellen Entwicklungsmuster der digitalen Technik und ihre Wirkungsweise zu erkennen und daraus Schlussfolgerungen für Wirtschaft und Arbeitsmarkt zu ziehen.

1.2 Zwei Szenarien

Die Auswirkungen einer beschleunigten Digitalisierung von Wirtschaft und Gesellschaft wollen wir nicht im theoretisch-abstrakten Raum messen, sondern unter den realen Bedingungen der deutschen Wirtschaft von 2016, die von der digitalen Technik bereits weitgehend durchdrungen ist. Ausgangspunkt unserer Überlegungen ist daher ein Entwicklungspfad, der von den heutigen Bedingungen in Wirtschaft und Arbeitsmarkt ausgeht und uns erlaubt, die alternativen Wirkungen einer raschen

bzw. weniger raschen Digitalisierung zu spiegeln. Zur Beantwortung unserer Fragen haben wir daher zwei Szenarien entwickelt:

- Das Szenario *Stetige Digitalisierung (Basisszenario)* berücksichtigt die aktuellen Entwicklungen auf der Angebots- und Nachfrageseite des Arbeitsmarktes. Dazu gehört – neben den jüngsten strukturellen Trends – auch der starke Anstieg der Einwanderung durch den Flüchtlingszustrom, den wir seit 2013 erleben. Ähnlich wie in unserer Zuwanderungsprognose von 2014 gehen wir davon aus, dass der Flüchtlingszustrom bis 2020 abebben wird. Allerdings ist die Qualifikationsstruktur der Einwanderer eine andere. Im Vergleich zur Prognose 2014 soll sich daher auch zeigen, welche qualifikationsspezifischen Effekte von der jüngsten Flüchtlingszuwanderung auf den Arbeitsmarkt ausgehen. Im Übrigen folgt dieses Szenario den Annahmen der Prognose 2014, setzt also keinen Schwerpunkt auf die Digitalisierung. Es geht vielmehr von einem Strukturwandel zu den wissensintensiven, kulturellen und sozialen Diensten aus, für die die Anwendung digitaler Techniken notwendig ist, nicht aber ihre Entwicklung.
- Im Szenario *Beschleunigte Digitalisierung* setzen Wirtschaft und Politik auf die intensive Nutzung der digitalen Technik, um damit sowohl die industrielle Wettbewerbsfähigkeit auf den Weltmärkten zu sichern als auch die Produktivität der Arbeit zu steigern. Dieses Szenario geht von den Bevölkerungsannahmen des *Basisszenarios* aus, entwickelt dann aber eine auf die Digitalisierung ausgerichtete Strategie des strukturellen Wandels. Damit sollen die Wachstums- und Produktivitätspotenziale der digitalen Technik aufgezeigt und die Frage beantwortet werden, inwieweit eine forcierte Förderung des technologischen Wandels einen weiteren Beitrag zur Bewältigung des demografischen Wandels leisten kann.

Die isolierten Effekte der beiden Szenarien stehen damit stellvertretend für zwei unterschiedliche Strategien bei der Bewältigung des demografischen Wandels. Im *Basisszenario* wird – wie mehrfach in den vergangenen Jahrzehnten – auf Einwanderung gesetzt und der Versuch unternommen, den sich abzeichnenden Rückgang des inländischen Arbeitsangebots durch Arbeitskräfte aus dem Ausland zu kompensieren. Dabei stellen sich in Bezug auf die Flüchtlinge besondere Probleme bei der beruflichen Integration. Im Szenario *Beschleunigte Digitalisierung* wird zusätzlich auf technologische Führerschaft, insbesondere bei der vernetzten Industrieproduktion „Industrie 4.0“, gesetzt. Dies setzt eine Konzentration auf digitale Technik in vielen vor- und nachgelagerten Bereichen voraus, nicht zuletzt auch eine Fokussierung von Bildungs- und Infrastrukturpolitik auf diese Thematik. Die Effekte einer beschleunigten Digitalisierung zeigen sich dann im Vergleich zum *Basisszenario*.

1.3 Datengrundlage

Die Datenbasis der Modellrechnungen stammt aus folgenden Quellen:

- Bevölkerung nach Zensus 2011
- Volkswirtschaftliche Gesamtrechnung (Revision 2014)
- Mikrozensus auf Basis des Zensus 2011, Sonderauswertung für die Zwecke dieser Prognose bis zum Jahr 2014
- Revidierte Beschäftigtenstatistik der Bundesagentur für Arbeit
- Revidierte Stellenangebotserhebung (Institut für Arbeitsmarkt und Berufsforschung, Economix)
- Ausländerzentralregister und Sondererhebungen des Bundesamts für Migration und Flüchtlinge

Der Datenstand bezieht sich auf den Februar 2016.

Die Gliederungen der Daten folgen den amtlichen Klassifizierungen:[5]

- Systematik der Wirtschaftszweige, Ausgabe 2008, Fassung der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung (44 Wirtschaftszweige)
- Klassifizierung der Berufe 2010 (147 Berufe auf der Ebene der Dreisteller, 4 Anspruchsniveaus)
- Gliederung der fachlichen Berufsbildung nach 29 Kategorien

Der IT-Sektor besteht aus den Wirtschaftszweigen

- Herstellung von Datenverarbeitungsgeräten, elektronischen und optischen Geräten
- IT- und Informationsdienstleister
- Telekommunikation

Wir danken an dieser Stelle dem Statistischen Bundesamt und der Bundesagentur für Arbeit für die konstruktive Unterstützung unserer Arbeit durch Sonderauswertungen und ergänzende Datenlieferungen.

1.4 Methodik

Das quantitative Zukunftsmodell für die Prognose 2016 besteht aus vier Modulen:[6]

- *G3M:* das sektorale Strukturmodell für die deutsche Wirtschaft, das Angebot und Nachfrage auf dem Arbeitsmarkt simultan schätzt.
- *BMOD:* die Bevölkerungsvorausschätzung auf Basis eines Kohortenmodells; sie differenziert nach Alter und Geschlecht der Bevölkerung und wird in dieser Prognose gesondert für die einwandernden Flüchtlinge berechnet.

5 Die genauen Darstellungen der Gliederungen finden sich in Anhang 3.

6 Die Beschreibung findet sich im Hauptbericht 2013, Abschnitt „Bauplan des Zukunftsmodells“ (Vogler-Ludwig/Düll 2013: 31 ff.) sowie im Methodenbericht (Kriechel/Vogler-Ludwig 2013).

- *EMOD:* das Nachfragemodell des Arbeitsmarktes, das die Zahl der Erwerbstätigen in beruflicher und qualifikationsspezifischer Untergliederung schätzt. Es liefert konsistente Zahlen nach Wirtschaftszweigen, Berufen, Anforderungsniveaus und Qualifikationsgruppen.
- *SMOD:* das Angebotsmodell des Arbeitsmarktes, das die Zahl der Erwerbspersonen nach Berufen und Qualifikationsgruppen vorausschätzt sowie Zu- und Abgänge auf dem Arbeitsmarkt ermittelt. Dies ist Grundlage zur Messung der Arbeitsmarktengpässe bzw. -überschüsse nach Berufen und Qualifikationen.

Zur Vorbereitung des Szenarios *Beschleunigte Digitalisierung* hat das Zentrum für europäische Wirtschaftsforschung eine Fachexpertise erstellt. Das Institut für Sozialwissenschaftliche Forschung und das Fraunhofer Institut für Arbeitswirtschaft und -organisation haben mit Kurzexpertisen beigetragen. Die Beiträge wurden mit einer Gesamtwürdigung in einem Materialband veröffentlicht (Düll 2016a).

1.5 Forschungsteam

Dieses Projekt wurde von einem Forschungsteam aus 12 Mitarbeitern erstellt:

Kurt Vogler-Ludwig (Economix, Gesamtkoordination)

Nicola Düll (Economix, Koordination der Fachexpertisen)

Ben Kriechel (Economix, Koordination der Modellrechnungen)

Tim Vetter (Economix, Daten- und Textmanagement)

Hector Pollitt (CE, Koordination des G3M-Strukturmodells)

Eva Alexandri (CE, G3M-Strukturmodell)

Bernd Dworschak (IAO, Fachexpertise)

Helmut Zaiser (IAO, Fachexpertise)

Pamela Meil (ISF, Fachexpertise)

Irene Bertschek (ZEW, Koordination der Fachexpertise)

Jörg Ohnemus (ZEW, Fachexpertise)

Thomas Niebel (ZEW, Fachexpertise)

Wir danken allen Beteiligten für die engagierte Mitarbeit, ohne die das Projekt nicht hätte erstellt werden können.

2 Der Arbeitsmarkt im Zeichen der Zuwanderung *(Basisszenario)*

Deutschland steht seit 2013 unter dem Druck der stark angewachsenen Zuwanderung, die das Ausmaß früherer Einwanderungswellen deutlich überschritten hat. In der jüngsten Vergangenheit kamen die Menschen vor allem aus dem Nahen Osten und aus Afrika und suchten Zuflucht aus existenzieller und wirtschaftlicher Not. Ähnlich wie bei früheren Einwanderungsschüben wurden die Tore zur Einreise trotz einer im Grundsatz restriktiven deutschen Einwanderungspolitik geöffnet – aus humanitären Gründen, aber auch mit Blick auf den steigenden Arbeitskräftemangel. Auch diese jüngste Welle ist daher mehr den Umwälzungen im arabischen Raum geschuldet als einer vorausplanenden, kontrollierenden Einwanderungspolitik. Dies macht die Prognose der künftigen Wanderungsströme sehr schwierig, da der Ausbruch neuerlicher Krisen kaum zu prognostizieren ist. Angesichts des nach wir vor hohen Einwanderungsdrucks können wir aber davon ausgehen, dass sich auch in Zukunft derartige Wellen aufbauen werden – wann und wo dies geschehen wird, ist allerdings kaum abzuschätzen.

In unserer Prognose 2014 haben wir die Auswirkungen einer steigenden Zuwanderung schon einmal berechnet (Vogler-Ludwig/Düll/Kriechel 2015: 135 ff.). Dabei ging es vor allem um die Zuwanderung aus den von der Euro-Krise gezeichneten EU-Ländern. Die Modellrechnungen zeigten, dass die Zuwanderung mit positiven Wachstumseffekten verbunden ist: Bei einem Anstieg der Nettozuwanderung um 100.000 pro Jahr über den Zeitraum 2014–30 nimmt die jährliche Wachstumsrate des realen BIP um 0,35 Prozentpunkte zu, der zu erwartete Rückgang in der Zahl inländischer Erwerbstätiger wird weitgehend kompensiert, und die Altersstruktur der Erwerbspersonen verbessert sich. Mit diesen insgesamt positiven Effekten liefert die Zuwanderung zumindest eine partielle Lösung der demografischen Herausforderung.

Dies setzt allerdings voraus, dass die einwandernden Arbeitskräfte dem Qualifikationsbedarf der Unternehmen entsprechen oder mit geringem Aufwand eingearbeitet werden können. Bei Arbeitskräften, die überwiegend aus EU-Ländern zuwandern, konnte dies vielfach unterstellt werden. Bei Flüchtlingen, die nicht aus beruflichen Gründen einwandern, sondern um ihre Existenz zu retten, trifft dies jedoch nicht in gleichem Maße zu. Es ist davon auszugehen, dass nicht nur die fachlichen, sondern auch die sprachlichen und kulturellen Kompetenzen dieser Zuwanderer deutlich

weiter von den deutschen Standards entfernt sind als dies bei den Zuwanderern des letzten Jahrzehnts der Fall war. Daher sind längere Ausbildungs- und Anpassungsprozesse zu erwarten, die die positiven Wachstumseffekte dämpfen. Darüber hinaus dürfte auch die Bleibeperspektive im Rahmen der langen und komplizierten Anerkennungsverfahren unsicher sein. Dies verringert Investitionen in die Bildung und den Lebensstandard der zuwandernden Bevölkerung. Von der gegenwärtigen Flüchtlingszuwanderung dürften daher nicht die gleichen Integrations-, Beschäftigungs- und Wachstumseffekte ausgehen, wie wir sie mit Blick auf die Zuwanderung aus Europa erwarten durften.

Die jüngste Einwanderungswelle ist nur schwer einzuschätzen. Dies gilt sowohl für ihr Ausmaß als auch für den Integrationsverlauf. Wir haben uns daher entschlossen, eine Modellrechnung für diesen Fall von Zuwanderung aus wirtschaftlich weniger entwickelten und kulturell weit entfernten Gebieten zu erstellen und mit den Szenarien von 2014 zu vergleichen. Dies soll Aufschluss darüber geben, wie sich die abweichende Qualifikationsstruktur und der längere Integrationsprozess auf Wirtschaft und Arbeitsmarkt auswirken können.

Das *Basisszenario* dient aber nicht nur der modellhaften Abbildung der Zuwanderung, sondern liefert auch die notwendige Referenz für das Szenario *Beschleunigte Digitalisierung*. Zwar wird die Entwicklung auch im *Basisszenario* durch die immer stärker diffundierende digitale Technik bestimmt, aber anders als dort stellt die Digitalisierung keinen strategischen Schwerpunkt dar. Die deutsche Wirtschaft sieht sich im *Basisszenario* mehr als Anwender denn als Entwickler dieser Technik und sucht ihre Wettbewerbsvorteile vor allem in den wissensorientierten, kulturellen und sozialen Diensten. Sie folgt damit ihren bisherigen Spezialisierungsvorteilen im internationalen Wettbewerb, verzichtet aber auf eine Führungsrolle in den digitalen Märkten. Dies bedeutet keineswegs den Verzicht auf weiteres Wachstum, sondern vielmehr die Konzentration der Ressourcen auf die bekannten Stärken. Das *Basisszenario* folgt in seiner strukturellen Entwicklung weitgehend der Prognose 2014. Damit zeigt der Vergleich mit der damaligen Prognose vor allem die durch die Zuwanderung ausgelösten Veränderungen.

Die Zuwanderung nach der Basisvariante ist auch Teil des Szenarios *Beschleunigte Digitalisierung*, sodass der Vergleich der beiden Szenarien die Wirkungen der Digitalisierungsstrategie bei gegebenem Arbeitsangebot darstellt. Dies erschien uns wichtig, um die nachfragebedingten Effekte der Digitalisierung nicht mit angebotsbedingten Effekten auf dem Arbeitsmarkt zu vermischen.

2.1 Auswirkungen der Flüchtlingszuwanderung

2.1.1 Annahmen zum Verlauf

Die Prognose der Zuwanderung bleibt angesichts der jüngsten Entwicklungen hochgradig spekulativ. Ebenso, wie wir in den letzten Jahren von der Einwanderungswelle überrascht wurden, sind die politischen Reaktionen auf dieses Ereignis und ihre Wirksamkeit nur schwer einzuschätzen. Bei allen Unwägbarkeiten in der Beurteilung der Krisen im Nahen Osten und in Afrika gehen wir aber davon aus, dass es im Laufe der nächsten Jahre gelingen wird, die Lage in Syrien zu befrieden, die Lebenssituation der Menschen in dieser und anderen Krisenregionen zu verbessern und die Zuwanderung nach Deutschland auf die Hilfsbedürftigen zu begrenzen. Sowohl im *Basisszenario* als auch im Szenario *Beschleunigte Digitalisierung* nehmen wir an, dass die Zuwanderungswelle 2015 ihren Höhepunkt erreicht hat und bis 2020 auslaufen wird. Dies bedeutet, dass die Fluchtwanderung bis 2020 auf das in unseren früheren Prognosen angenommene Niveau zurückgehen wird (Abbildung 8).

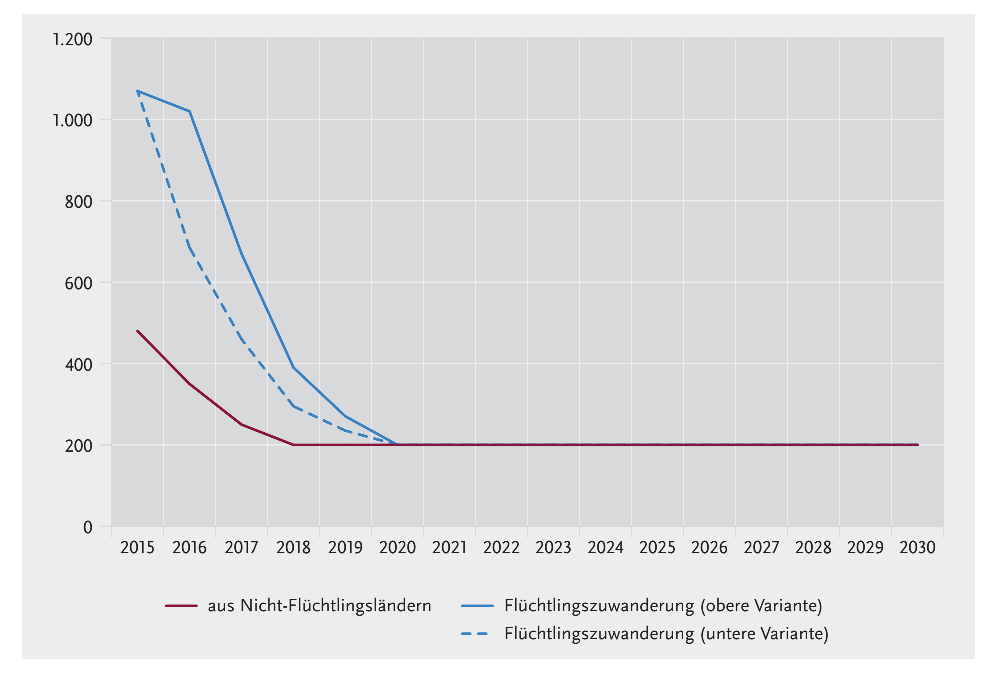


Abb. 8 Annahmen zur Nettozuwanderung 2015–30
Jährlicher Nettowanderungssaldo in 1.000

Quelle: Economix (Prognose 2016, T01)

Diese Erwartung – die wir als *obere Flüchtlingsvariante* bezeichnen – entspricht den Annahmen des Sachverständigenrats zur Begutachtung der gesamtwirtschaftlichen Entwicklung im Jahresgutachten 2015/16 (Sachverständigenrat 2015: 245). Sie ist

Grundlage des *Basisszenarios* und des Szenarios *Beschleunigte Digitalisierung*. In einer Alternativrechnung – die wir *untere Flüchtlingsvariante* nennen – sind wir von einer rascheren Begrenzung des Flüchtlingszustroms auf die Hälfte der angenommenen Werte ausgegangen.

Bei der Ableitung der bevölkerungsrelevanten Nettozuwanderung haben wir unterstellt, dass 80 % der eingereisten Flüchtlinge einen Asylantrag stellen. Die übrigen reisen in andere Länder weiter oder kehren vor Antragstellung wieder in das Heimatland zurück.[7] Darüber hinaus wird der Anteil der Flüchtlinge, die im Einreisejahr einen Asylantrag stellen, im Zeitraum 2015 bis 2018 von 33 % auf 90 % einer Zuwanderungskohorte ansteigen. Gleichzeitig gehen wir davon aus, dass die Integration der Flüchtlinge in den Arbeitsmarkt durch Politik und Wirtschaft stark unterstützt wird – mit der Bereitstellung von Wohnraum, durch Sprachkurse, durch den Zugang zu beruflicher Bildung sowie durch die Integrations- und Vermittlungsdienste der Bundesagentur für Arbeit. Insgesamt können wir also annehmen, dass den heutigen Flüchtlingskohorten die Aufnahme einer Beschäftigung leichter fallen wird als dies bei früheren Wanderungswellen der Fall war. Wir unterstellen daher, dass die Erwerbsquoten einer Flüchtlingskohorte während der ersten fünf Jahre nach der Einwanderung auf 80 % der Erwerbsquoten der inländischen Bevölkerung in der jeweiligen Altersgruppe ansteigen werden.

2.1.2 Bevölkerung und Erwerbspersonen

Die Modellrechnungen zeigen, dass die Zahl der in Deutschland lebenden Flüchtlinge im Alter von fünfzehn und mehr Jahren bis 2030 nach der *unteren Flüchtlingsvariante* auf 1,4 Millionen und nach der *oberen Flüchtlingsvariante* auf 2,1 Millionen steigen wird (Abbildung 9).

Darunter werden sich nach der unteren Variante 0,9 Millionen Erwerbspersonen befinden. Nach der oberen Variante werden es 1,4 Millionen sein. Die Erwerbspersonen unter den Flüchtlingen erreichen bis 2030 einen Anteil von 2,1 bis 3,3 % an den inländischen Erwerbspersonen. Die Erwerbsquote der Flüchtlinge steigt bei erfolgreicher Integration bis 2030 auf 72 % und liegt damit aufgrund der günstigeren Altersstruktur der Flüchtlinge fast auf dem gleichen Niveau wie bei der Gesamtbevölkerung (73 %).

7 In den Berechnungen des IAB zu Auswirkungen des Flüchtlingszustroms auf das Erwerbspersonenpotenzial reisen 10 % der Flüchtlinge vor Antragstellung wieder aus und 22 % der Asylverfahren erledigen sich aus „sonstigen Gründen“ (IAB 2015). Davon bleibt nach unseren Annahmen die Hälfte im Land, die Übrigen reisen aus.

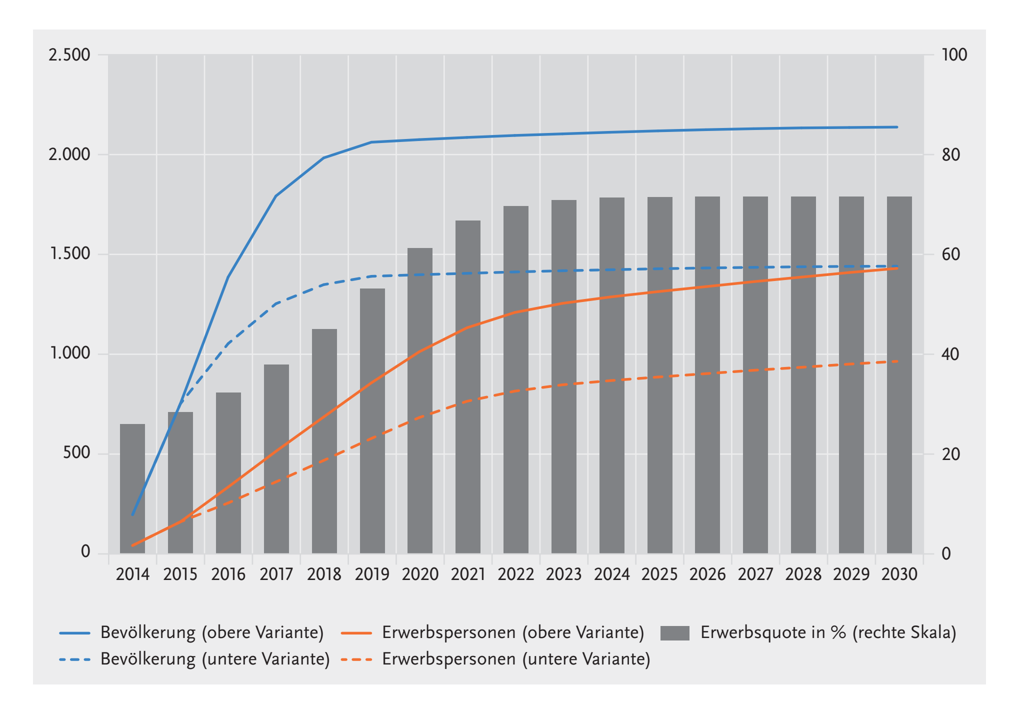


Abb. 9 Flüchtlinge in Deutschland 2015–30
Bevölkerung und Erwerbspersonen in 1.000, Erwerbsquote in % (rechte Skala)
Bevölkerung und Erwerbspersonen im Alter von 15 und mehr Jahren; Erwerbsquote der 20 bis 74jährigen

Quelle: Economix (Prognose 2016, T02a)

2.1.3 Erwerbslose

Zur Abschätzung der Erwerbslosigkeit unter den Flüchtlingen wurde ein Kohortenansatz verwendet: Für jede jährliche Nettozuwanderungskohorte wurde angenommen, dass ihre durchschnittliche Erwerbslosenquote von 90 % im ersten Jahr auf 20 % im fünften und den folgenden Jahren absinkt.[8] Damit liegt die Erwerbslosenquote der Flüchtlinge auch nach Ablauf der fünf Jahre fast zehnmal so hoch wie bei den inländischen Erwerbspersonen. Dies scheint aber angesichts der höheren Mobilität und der ungünstigeren Qualifikationsstruktur der Flüchtlinge eine angemessene Annahme. Wir gehen also davon aus, dass sich die Flüchtlinge zunehmend, aber letztlich nicht vollständig in den Arbeitsmarkt integrieren. Erst für die zweite Generation der fluchtbedingten Zuwanderer dürfte die Integration besser gelingen.

Die Vorausschätzung zeigt, dass im Maximum etwa eine halbe Million der Flüchtlinge erwerbslos sein wird (Abbildung 10). Der Höhepunkt der Erwerbslosigkeit wird beim angenommenen Verlauf des Flüchtlingszustroms in beiden Varianten etwa

8 Dabei ist zu berücksichtigen, dass nach den Konventionen der Arbeitsmarktstatistik eine Beschäftigung von einer Stunde pro Woche ausreicht, um die Person zu den Erwerbstätigen zu zählen.

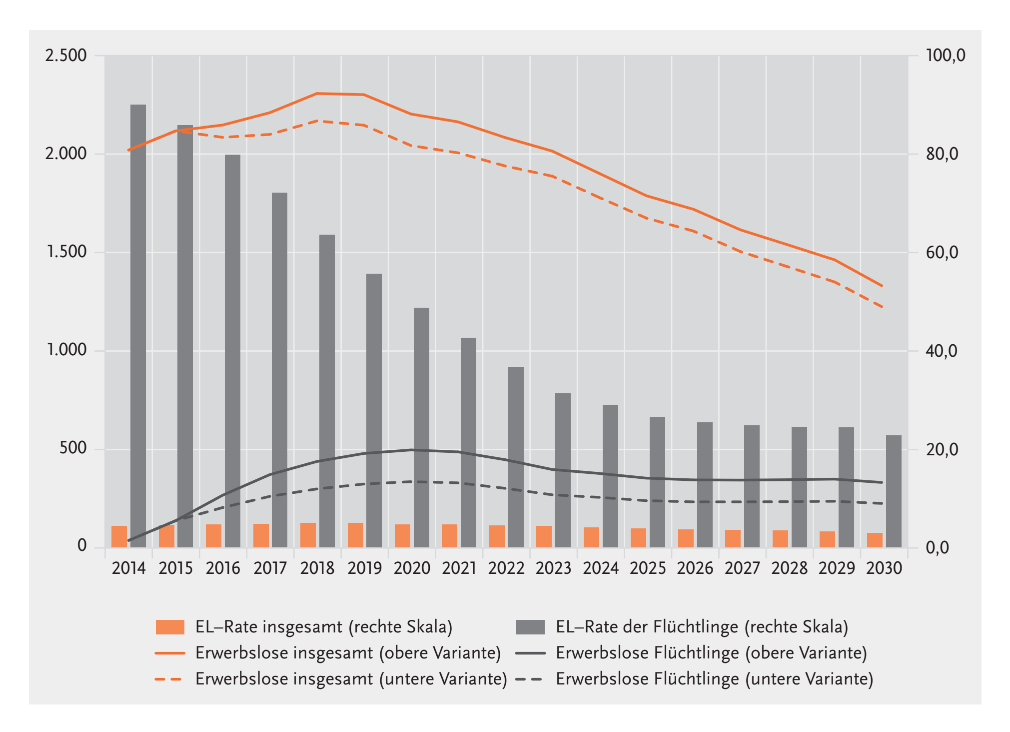


Abb. 10 Erwerbslosigkeit der Flüchtlinge 2015–30
Erwerbslose in 1.000; Erwerbslosenrate in % (rechte Skala)

Quelle: Economix (Prognose 2016, T02a)

2020 erreicht werden. Danach sinkt die Zahl der erwerbslosen Flüchtlinge in der *oberen Flüchtlingsvariante* auf 340.000 ab. Nach der *unteren Flüchtlingsvariante* sind es 210.000. Die Erwerbslosenquote der Flüchtlinge sinkt von anfänglich 90 % auf 23 % im Jahr 2030 ab. Der Anteil der Flüchtlinge an allen Erwerbslosen wird nach 2020 bei etwa einem Viertel liegen.

2.1.4 Berufliche Integration

Zur Abschätzung der beruflichen Integration der Flüchtlinge sind wir – ebenso wie bei der Abschätzung der Erwerbslosigkeit – auf Annahmen angewiesen, die sich allenfalls an den Erfahrungen aus früheren Zuwanderungswellen orientieren können. Belastbare Daten über die Qualifikationsstruktur der Flüchtlinge liegen ebenso wenig vor wie repräsentative Informationen über die aktuellen Integrationserfolge. Wir haben daher zwei Szenarien definiert, von denen eines von sichtbaren Integrationserfolgen ausgeht (Integrationsalternative 1), während das andere von größeren Schwierigkeiten ausgeht (Integrationsalternative 2). Beide Alternativen sind für die höhere Flüchtlingsvariante berechnet. In Tabelle 3 sind unsere Annahmen dargestellt.

Tab. 3 Annahmen zur Qualifikationsstruktur der Flüchtlinge
Anteile an den Erwerbspersonen unter den Flüchtlingen in %

	Bei Einwanderung a)	nach 5 Jahren b)	
		Alternative 1 „gelungene berufliche Integration"	Alternative 2 „schwierige berufliche Integration"
Hochschule	10	12	5
Berufliche Ausbildung	30	50	20
Fachschule	10	8	10
Ohne Ausbildung	50	30	65
Insgesamt	100	100	100
a) mit der Chance auf Anerkennung b) anerkannte Ausbildung			

Quelle: Economix (Prognose 2016, T03)

Wir gehen davon aus, dass bei Einwanderung die Hälfte der Flüchtlinge keine berufliche Ausbildung hat, die auf dem deutschen Arbeitsmarkt verwertet werden könnte. 30 % verfügen über in etwa gleichwertige Erfahrungen und Kenntnisse in einem Ausbildungsberuf, und jeweils 10 % haben eine Fachschul- oder eine Hochschulausbildung.

In der Integrationsalternative 1 „gelungene berufliche Integration" verbessert sich die Qualifikationsstruktur insbesondere im Zuge der beruflichen Ausbildung. Fünf Jahre nach Einwanderung verfügen 50 % einer Flüchtlingskohorte über einen beruflichen Ausbildungsabschluss. Dies wird nicht nur durch Anerkennung und Nachqualifizierung erreicht, sondern insbesondere durch die Absolvierung einer dualen Berufsausbildung von jungen Flüchtlingen. Das geplante Integrationsgesetz erhöht die Rechtssicherheit für Asylbewerber und ausbildende Unternehmen. Damit dürfte der Anreiz für eine verstärkte Aufnahme von dualen Berufsausbildungen hoch sein. Der Anteil der Erwerbspersonen ohne Ausbildung geht auf 30 % zurück. Bei Erwerbspersonen mit Hochschul- bzw. Fachschulabschluss ergeben sich nur kleine Verschiebungen. Gleichwohl setzt diese Annahme voraus, dass die Anerkennung ausländischer Hochschulabschlüsse beschleunigt wird und Nachqualifizierungskurse in ausreichendem Umfang angeboten werden.

In der Integrationsalternative 2 „schwierige berufliche Integration" hingegen steigt der Anteil der Erwerbspersonen, die keinen auf dem deutschen Arbeitsmarkt verwertbaren beruflichen Bildungsabschluss haben, auf 65 % an. Nach fünf Jahren – so die Einschätzung in dieser Alternative – haben nur mehr die Hälfte der Flüchtlinge mit Hochschulabschluss die Möglichkeit, eine ihrer Ausbildung entsprechende Beschäftigung zu finden. Bei der beruflichen Ausbildung sind es nur mehr zwei Drittel. Am ehesten sehen wir Verwertungschancen bei Personen mit Fachschulbildung, da hier überwiegend medizinische oder künstlerische Berufe vorherrschen, bei denen eine Anerkennung eher zu erreichen ist.

Unsere Modellrechnungen zeigen, dass es zu einer umfangreichen beruflichen Integration der Flüchtlinge keine Alternative gibt. Gelingt es nicht, die Flüchtlinge mit einer dem deutschen Arbeitsmarkt entsprechenden beruflichen Bildung auszustatten, ergeben sich nicht nur erhebliche Verwerfungen auf den qualifikationsspezifischen Arbeitsmärkten, sondern die Arbeitslosigkeit steigt insgesamt an. Bei der in Integrationsalternative 2 unterstellten ungünstigen Qualifikationsstruktur wird die Erwerbslosigkeit unter Flüchtlingen nach 2025 um etwa 40 % höher liegen als bei erfolgreicher beruflicher Integration. Insgesamt wird 2030 rund ein Drittel der Erwerbspersonen unter den Flüchtlingen erwerbslos sein, während es bei besser gelungener beruflicher Integration nach Integrationsalternative 1 nur ein Viertel sein wird (Tabelle 4).

Gleichwohl ist auch bei gelungener beruflicher Integration damit zu rechnen, dass Erwerbspersonen ohne berufliche Bildung unter den Flüchtlingen überproportional stark vertreten sein werden. Ihr Anteil wird 2030 nach unseren Einschätzungen etwa 30 % betragen und damit mehr als doppelt so hoch sein wie bei den Erwerbspersonen insgesamt. Bei den Erwerbslosen wird die Lage noch ungünstiger sein: 50 % der erwerbslosen Flüchtlinge werden keine berufliche Bildung haben, im Vergleich zu 35 % bei allen Erwerbslosen. Scheitert die berufliche Integration, dann steigt der Anteil der gering qualifizierten Flüchtlinge unter den Erwerbspersonen auf 75 % und auf fast 90 % bei den Erwerbslosen.

Tab. 4 Anteile der Flüchtlinge an Erwerbspersonen und Erwerbslosen
Basisszenario, obere Variante des Flüchtlingszustroms

	Integrationsalternative 1 „gelungene berufliche Integration“		**Integrationsalternative 2 „schwierige berufliche Integration“**	
	2020	**2030**	**2020**	**2030**
	Anteil der Flüchtlinge an den Erwerbspersonen in %			
Hochschule	1,1	1,6	0,7	0,7
Berufliche Ausbildung	1,7	2,9	1,0	1,2
Fachschule	2,4	3,4	2,4	3,4
Ohne Berufsbildung	5,7	7,6	8,9	16,2
Insgesamt	2,2	3,3	2,2	3,3
Erwerbspersonen unter Flüchtlingen (in 1.000)	*1.011*	*1.431*	*1.011*	*1.431*
	Anteil der Flüchtlinge an den Erwerbslosen in %			
Hochschule	9,5	4,6	6,1	2,0
Berufliche Ausbildung	16,8	19,3	9,8	8,1
Fachschule	24,3	10,9	24,6	11,1
Ohne Berufsbildung	33,0	39,3	51,4	83,7
Insgesamt	22,4	24,6	25,4	34,3
Erwerbslose unter Flüchtlingen (in 1.000)	*494*	*328*	*559*	*456*

Quelle: Economix (Prognose 2016, T03)

2.2 Gesamtwirtschaftliche Effekte der Zuwanderung

Bereits in der Prognose 2014 haben wir die Auswirkungen der Zuwanderung auf Wachstum und Beschäftigung dargestellt und kamen zu dem Befund, dass die Zuwanderung mit positiven Effekten auf Wirtschaftswachstum und Arbeitsmarkt verbunden ist (Vogler-Ludwig/Düll/Kriechel 2015). Dabei sind wir von der Einwanderung (überwiegend) qualifizierter Arbeitskräfte vor allem aus dem EU-Raum ausgegangen. Bei einer jährlichen Nettozuwanderung in Höhe von 330.000 Personen pro Jahr hatten wir in der Variante Hohe Zuwanderung für den Zeitraum 2014–30 ein jährliches Wirtschaftswachstum von 1,9 % geschätzt. Dies waren knapp 0,2 Prozentpunkte mehr als im damaligen *Basisszenario*, das von einer Nettozuwanderung von 240.000 pro Jahr ausging. Die positive Wachstumswirkung ging auf die kapazitäts- und nachfrageerweiternden Effekte der Zuwanderung zurück und setzte ein weitgehend passgenaues Arbeitsangebot voraus. Dadurch war es auch möglich, die Arbeitslosenquote um 0,8 Prozentpunkte zu senken.

Im Vergleich dazu schneidet das jetzige, flüchtlingsbestimmte Szenario von 2016 unter wirtschafts- und beschäftigungspolitischen Aspekten erwartungsgemäß schlechter ab. Dabei unterscheiden sich die gesamtwirtschaftlichen Auswirkungen der Phase des hohen Flüchtlingszustroms bis 2020 deutlich von der nachfolgenden Phase bis 2030 (Tabelle 5).

Tab. 5 Gesamtwirtschaftliche Prognosen 2014 und 2016 im Vergleich

	Prognose 2016 Basisvariante[a]			Prognose 2014 Basisvariante			Prognose 2014 Variante Hohe Zuwanderung		
	2014–19	2020–30	2014–30	2014–19	2020–30	2014–30	2014–19	2020–30	2014–30
	Jahresdurchschnitt in 1.000								
Nettozuwanderung	662	200	363	319	200	242	388	300	331
Darunter Flüchtlinge	323	0	108	–	–	–	–	–	–
	Veränderung in 1.000								
Bevölkerung	2.138	–1.446	692	433	–1.619	–1.185	931	–509	422
Erwerbspersonen	805	–1.522	–718	–223	–1.898	–2.121	138	–1.153	–1.015
Erwerbstätige	627	–650	–23	303	–1.531	–1.227	638	–739	–101
Erwerbslose	177	–873	–695	–527	–367	–894	–500	–413	–914
	jährliche Veränderung in %								
reales BIP	1,62	1,85	1,76	1,69	1,41	1,51	2,06	1,85	1,93
Produktivität je Erwerbstätigen	1,37	2,00	1,76	1,57	1,78	1,70	1,88	1,83	1,85
Pro-Kopf-Einkommen	1,18	2,03	1,71	1,60	1,61	1,61	1,86	1,91	1,89
	Jahresdurchschnitt in %								
Partizipationsrate (20–74)	74,1	73,7	73,8	73,7	72,8	73,1	73,7	72,9	73,2
Erwerbslosenrate	4,9	4,0	4,3	4,2	3,2	3,5	4,1	3,1	3,5

a) Obere Variante des Flüchtlingszustroms

Quelle: CE, Economix (Prognose 2016, T04)

Im Zeitraum 2014–19

- kommt es nach der oberen Zuwanderungsvariante zu einer jährlichen Nettozuwanderung von 662.000 Personen. Darunter sind 323.000 Flüchtlinge. Die Bevölkerungszahl der über Fünfzehnjährigen in Deutschland steigt dadurch bis 2030 um 2,1 Millionen, und das gesamtwirtschaftliche Arbeitsangebot nimmt um rund 800.000 zu. In der Basisprognose 2014 lag der Bevölkerungszuwachs trotz positiver Nettozuwanderung bei nur 0,4 Millionen und das Arbeitsangebot ist um rund 220.000 geschrumpft.
- Bei rascher Integration der Zuwandernden kann die Erwerbstätigkeit in diesem Zeitraum um etwa 630.000 Personen erhöht werden. Dies sind etwa 300.000 mehr, als nach der Basisprognose von 2014 mit niedriger Zuwanderung zu erwarten gewesen wäre. Im Vergleich zum Szenario mit hoher Zuwanderung von 2014 ergibt sich in etwa der gleiche Beschäftigungszuwachs.
- Im Gegenzug steigt aber die Erwerbslosigkeit im *Basisszenario* der Prognose 2016 um 180.000 Personen, während sie in beiden Szenarien von 2014 um etwa 500.000 gesunken wäre. Dies ist Folge der vergleichsweise langen Integrationsphase, in der mit hoher Arbeitslosigkeit unter den Flüchtlingen zu rechnen ist (Abschnitt 2.1.3). Dementsprechend liegt die Erwerbslosenrate um 0,7 bis 0,8 Prozentpunkte höher als in den beiden Prognosen von 2014.
- Das durchschnittliche Wachstum des realen Bruttoinlandsprodukts wird durch das steigende Arbeitsangebot und die in Folge steigende Beschäftigung in etwa auf dem gleichen Niveau gehalten wie in der Basisprognose 2014. Das Wachstum von Produktivität und realen Pro-Kopf-Einkommen geht hingegen um 0,2 bzw. 0,4 Prozentpunkte zurück. Im Vergleich zur hohen Zuwanderung in der Prognose 2014 ist der Abstand mit –0,4 Prozentpunkten im Wirtschaftswachstum sehr viel deutlicher.

In der Phase 2020–30

- werden die positiven Effekte des steigenden und in diesem Zeitraum weitgehend integrierten Arbeitsangebots wieder in vollem Umfang wirksam: Das reale Wirtschaftswachstum erhöht sich um gut 0,4 Prozentpunkte, und Produktivität und Pro-Kopf-Einkommen steigen wieder deutlich schneller.
- Gleichzeitig setzt sich der demografische Wandel trotz eines Nettowanderungssaldos von 200.000 pro Jahr wieder durch und führt zu schrumpfenden Bevölkerungs- und Erwerbspersonenzahlen. Im Jahr 2030 sind daher rund 700.000 Erwerbspersonen weniger vorhanden als 2014.

Über die gesamte Periode 2014–30 betrachtet erreicht die deutsche Wirtschaft unter den Bedingungen der Flüchtlingszuwanderung in etwa die gleichen jährlichen Produktivitätszuwächse wie im *Basisszenario* 2014. Das Wirtschaftswachstum liegt sogar aufgrund der stärkeren Ausweitung des Arbeitsangebots um gut 0,2 Prozentpunkte höher.

Im Vergleich zur Variante *Hohe Zuwanderung* der Prognose 2014 schneidet das *Basisszenario* 2016 mit hoher Flüchtlingszuwanderung allerdings schlechter ab: Das

jährliche Wirtschaftswachstum zwischen 2014–30 ist 0,2 Prozentpunkte niedriger und die Erwerbslosenquote liegt 2030 um 0,8 Prozentpunkte höher. Hätte Deutschland also die Wahl zwischen einer Zuwanderung von rund 300.000 Personen pro Jahr aus wirtschaftlich entwickelten Ländern einerseits und den Flüchtlingsländern andererseits, wäre unter wirtschafts- und beschäftigungspolitischem Blickwinkel die Zuwanderung aus den entwickelten Ländern vorzuziehen. Aber diese Wahl besteht nicht, denn einerseits kommt Deutschland aus guten Gründen seiner humanitären Verpflichtung in dieser Flüchtlingskatastrophe nach, und andererseits wäre es auch fraglich geblieben, ob Deutschland auf lange Frist so viele qualifizierte Arbeitskräfte aus anderen – entwickelten – Regionen der Welt hätte abziehen können.

Nach der *Unteren Flüchtlingsvariante*, bei der die Flüchtlingszuwanderung in den Jahren 2016–20 halbiert wird, nimmt die Bevölkerungszahl bis 2020 um rund 1,2 Millionen zu und das Arbeitsangebot steigt um etwa 640.000. Gleichzeitig sinkt die Erwerbslosigkeit um 100.000. Dies hat im Vergleich zum *Basisszenario* mit hoher Flüchtlingszuwanderung einen geringfügig positiven Effekt auf das Wirtschaftswachstum (+0,1 Prozentpunkte), da die Belastung durch die höhere Erwerbslosigkeit entfällt.

Nach diesen Ergebnissen wäre die Anwerbung von qualifizierten Arbeitskräften auf den internationalen Arbeitsmärkten unter Wachstumsgesichtspunkten die bessere Wahl zur Lösung des demografischen Problems. Dennoch bleibt festzuhalten, dass der Flüchtlingszustrom die Wachstumsaussichten der deutschen Wirtschaft nicht gefährdet, soweit die berufliche Integration der Flüchtlinge innerhalb einer Zeitspanne von fünf Jahren nach Einwanderung gelingt. Dazu sind sowohl Bildungsangebote an die Einwanderer erforderlich als auch eine verlässliche Bleibeperspektive. Nur dann lohnen sich für die Zuwanderer der Aufwand und der persönliche Einsatz für das Erlernen von Sprache, Kultur und Beruf.

2.3 Qualitative Effekte der Zuwanderung auf das Arbeitskräfteangebot

2.3.1 Veränderung der Altersstruktur

Die Zuwanderung wird die ungünstige Entwicklung der Altersstruktur des Arbeitsangebots sichtbar verbessern (Abbildung 11). Sie wird nicht nur den Rückgang der Bevölkerung im Ausbildungs- und Schulalter fast kompensieren, sondern insbesondere in den Altersgruppen zwischen 30 und 44 die zu erwartenden Rückgänge in der Zahl inländischer Erwerbspersonen weitgehend ausgleichen. Gleichzeitig bleiben die Beiträge zu den Altersgruppen über 60 gering. Zwar ist es eine Frage der Zeit, bis die hier bleibenden Einwanderer in diese Altersgruppen vorrücken. Dennoch verjüngt die jetzige Zuwanderung das Arbeitsangebot für mindestens zwei Jahrzehnte.

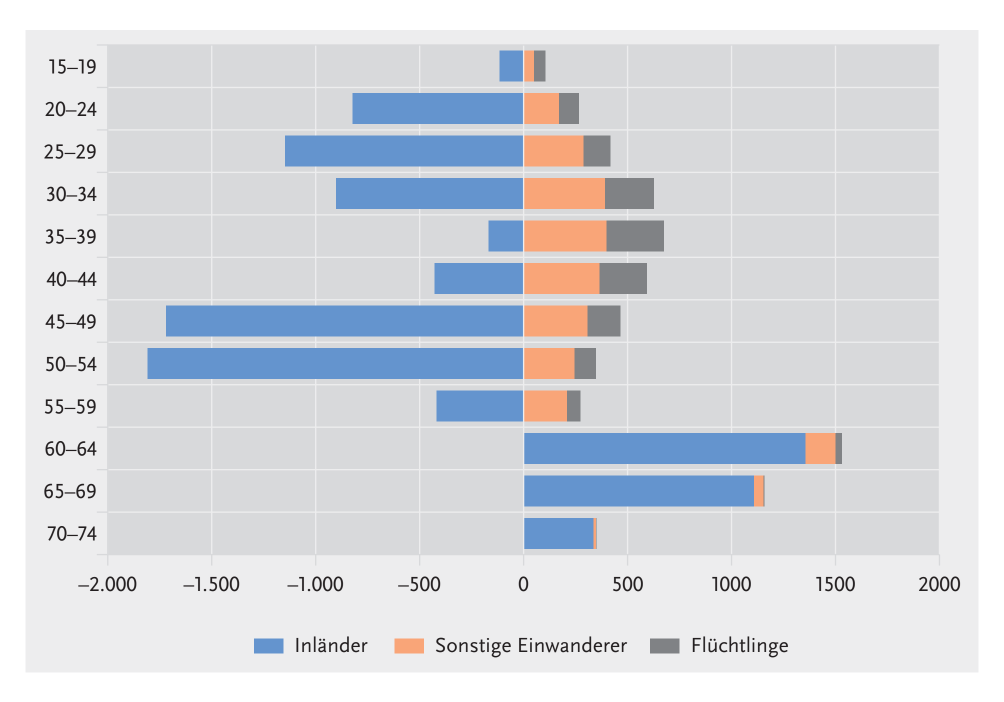


Abb. 11 Beitrag der Einwanderer zur Altersstruktur der Erwerbspersonen
Veränderung der Erwerbspersonen 2014–30 in 1.000; obere Variante der Flüchtlingszuwanderung

Quelle: Economix (Prognose 2016, T06a)

2.3.2 Erwerbsbeteiligung nach Geschlecht

Trotz steigender Erwerbsquoten der Frauen und der älteren Bevölkerung wird die Erwerbsbeteiligung der männlichen inländischen Bevölkerung[9] zwischen 20 und 74 Jahren bis 2030 rückläufig sein, und die der Frauen wird nur in geringem Maße zunehmen (Abbildung 12). Dabei überlagern sich zwei Effekte: Die nach unseren Annahmen steigenden Erwerbsquoten der einzelnen Altersjahrgänge – bei Frauen in allen Altersgruppen und bei Männern ab 55 – tragen zwar erheblich zur Ausweitung des Arbeitskräfteangebots bei. Der Anstieg wird aber durch die Verlagerung der Erwerbspersonen auf die höheren Altersgruppen mit niedrigen Erwerbsquoten ganz oder überwiegend kompensiert. Aufgrund der sich verschlechternden Altersstruktur wird die durchschnittliche Erwerbsquote der inländischen Männer bis 2030 um 1,7 Prozentpunkte auf 77,4 % zurückgehen, bei den inländischen Frauen wird sie um 0,7 Prozentpunkte auf 69,6 % steigen. Dabei haben wir – wie in unserer ersten Prognose von 2012 – erhebliche Anstrengungen zur Erhöhung der Erwerbsquoten sowohl von Frauen als auch von älteren Frauen und Männern angenommen. Dazu zählen die Verbesserung der Vereinbarkeit von Beruf und Familie, die Umsetzung

9 Als inländische Bevölkerung gilt die im Jahr 2014 in Deutschland ansässige Bevölkerung, als Einwanderer werden die nach 2014 nach Deutschland eingewanderten Personen bezeichnet.

eines altersgerechten Personalmanagements und die Verbesserung von Arbeitsbedingungen durch technischen Fortschritt und arbeitsorganisatorische Maßnahmen (Vogler-Ludwig/Düll 2013). Dennoch reicht dies nicht aus, um die negativen Effekte der niedrigen Geburtenziffer und der daraus resultierenden ungünstigen Altersstruktur der inländischen Erwerbspersonen auf die Erwerbsbeteiligung zu kompensieren.

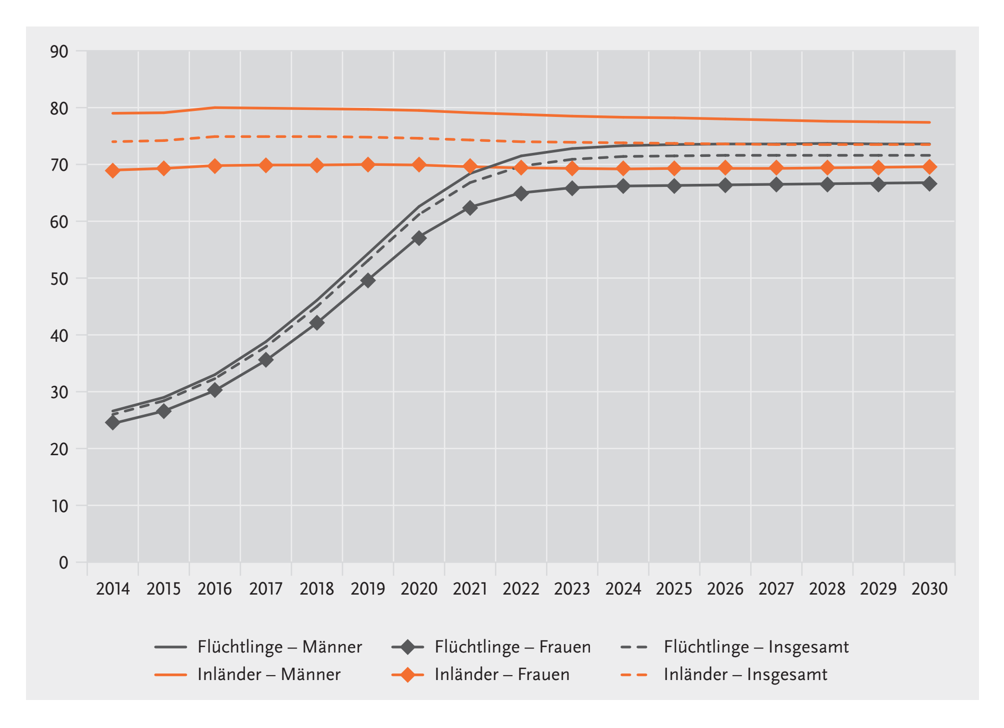


Abb. 12 Erwerbsbeteiligung nach Geschlecht und Wanderungsstatus
Erwerbspersonen zu Bevölkerung in %; Alter 20–74; obere Variante der Flüchtlingszuwanderung

Quelle: Economix (Prognose 2016, T06a)

Positive Effekte auf die Zahl der Erwerbspersonen kommen daher vor allem aus der Zuwanderung und aus der steigenden Erwerbsbeteiligung Älterer. Die Erwerbsbeteiligung der Flüchtlinge wird nach unseren Annahmen sehr schnell steigen. Gleichwohl wird es beim erwarteten Wanderungsverlauf etwa bis 2025 dauern, bis die Flüchtlingsbevölkerung eine Erwerbsquote von 70 % erreicht haben wird. Dann werden die Erwerbsquoten der Flüchtlinge aufgrund der günstigen Altersstruktur nur 2 bis 3 % unter den Quoten der Inländer liegen.

Der Anteil der Frauen an allen Erwerbspersonen im Alter von 15–74 wird sich bis 2030 nur wenig verändern. Bei inländischen Frauen wird er um knapp einen Prozentpunkt auf 47,5 % ansteigen. Unter den Flüchtlingen wird der Frauenanteil um drei Prozentpunkte auf 28 % steigen.

2.3.3 Entwicklung von Qualifikations- und Berufsstruktur

Der deutsche Arbeitsmarkt ist durch die stetige Umschichtung von Arbeitsangebot und Beschäftigung zu höher qualifizierten Tätigkeiten einerseits und Dienstleistungstätigkeiten andererseits gekennzeichnet. So stieg der Anteil der Experten und Spezialisten an der Gesamtzahl der Erwerbspersonen zwischen 1995 und 2014 um 3,3 Prozentpunkte, während der Anteil der Fachkräfte und Helfer um den gleichen Betrag zurückging.[10] Parallel dazu ist der Anteil der Dienstleistungsberufe (Berufsgruppen 4 bis 9 und 0 der KB10) an den Erwerbspersonen um 5 Prozentpunkte auf 73 % angestiegen.

Diese Verlagerungen sind das statistische Pendant zum technologischen und strukturellen Wandel, der ohne die kontinuierliche Verbesserung des Qualifikationsniveaus der Erwerbspersonen unter den Bedingungen des deutschen Arbeitsmarktes nicht denkbar ist. Die Einführung neuer technologischer und organisatorischer Konzepte ist ebenso von der Verfügbarkeit besser qualifizierter Arbeitskräfte abhängig wie die Entwicklung der Mehrzahl der Dienstleistungsmärkte.

Im Gegensatz zu anderen industrialisierten Ländern hat Deutschland keine ausgeprägte Niedriglohnstrategie verfolgt. Daran hat auch die Agenda 2010 im Grundsatz nichts geändert. Angesichts der großen Lohnkostenvorteile der asiatischen Länder und der Länder Osteuropas wäre dies auch nicht sinnvoll gewesen. Deutschland hat an seiner qualitätsorientierten Wettbewerbsstrategie festgehalten, und das Arbeitsangebot ist diesem Trend durch eine stark steigende Zahl an Hochschulabsolventen gefolgt.

Für den Prognosezeitraum 2014–30 erwarten wir die Fortsetzung dieses Trends (Abbildung 13). Die Zahl der Experten wird nach unseren Modellrechnungen um 13 % (oder 1 Million) steigen, während die Zahl der Erwerbspersonen in allen anderen Gruppen – bei insgesamt schwach sinkendem Arbeitsangebot – rückläufig oder allenfalls stagnierend sein wird. Dabei werden die Rückgänge umso ausgeprägter sein, je geringer das formale Bildungsniveau der Arbeitskräfte. Diese Prognose haben wir bereits in unserem Hauptbericht 2012 gestellt, und sie wird durch die Entwicklungen der jüngsten Vergangenheit bestätigt.

Ebenso erwarten wir, dass die Erwerbspersonen in Dienstleistungsberufen weitere Anteile gewinnen werden (Tabelle 6). Insbesondere das Angebot in den Berufsbereichen „Naturwissenschaft, Geografie, Informatik“ und „Geisteswissenschaften, Kul-

10 Für die Prognose 2016 wurden die Berufsdaten auf die Klassifizierung der Berufe 2010 umgestellt. Sie erlaubt neben der Kennzeichnung des Tätigkeitsfelds auch die Einstufung nach dem beruflichen Anforderungsniveau. Letzteres beschreibt die formale Berufsbildung. „Experten“ haben ein mindestens vierjähriges Hochschulstudium, „Spezialisten“ einen Meister-, Techniker- oder Bachelor-Abschluss, „Fachkräfte“ haben eine gewerbliche, kaufmännische oder sonstige Ausbildung bzw. einen Fachschulabschluss, und „Helfer“ sind ungelernt oder haben eine höchstens einjährige Ausbildung. Die Daten des Mikrozensus sind ab 2012 in dieser Gliederung vorhanden. Mit einer Überleitungsmatrix aus der Klassifizierung der Berufe 1992 und den Matrizen für Berufe und Wirtschaftszweige sowie Berufe und formale Berufsbildung konnten die Daten bis 1995 zurückgerechnet werden. Detaillierte Ergebnisse dieser Berechnungen finden sich im Datenanhang (Tabellen 2.3.4, 3.3.4, 4.2.4).

tur, Gestaltung“ wird erheblich ausgeweitet werden, während die Erwerbspersonenzahl in den Berufsbereichen „Rohstoffgewinnung, Produktion, Fertigung“, „Land-, Forst-, Tierwirtschaft, Gartenbau“ sowie „Kaufmännische Dienstleistungen, Handel, Vertrieb, Tourismus“ rückläufig sein wird. Geringe Veränderungen erwarten wir in den Bau- und Verkehrsberufen sowie im Berufsbereich „Unternehmensorganisation, Recht, Verwaltung“. Dies ist den meist gegenläufigen Nachfragetrends innerhalb der Berufsbereiche geschuldet. Darauf wird in Abschnitt 2.4 näher eingegangen.

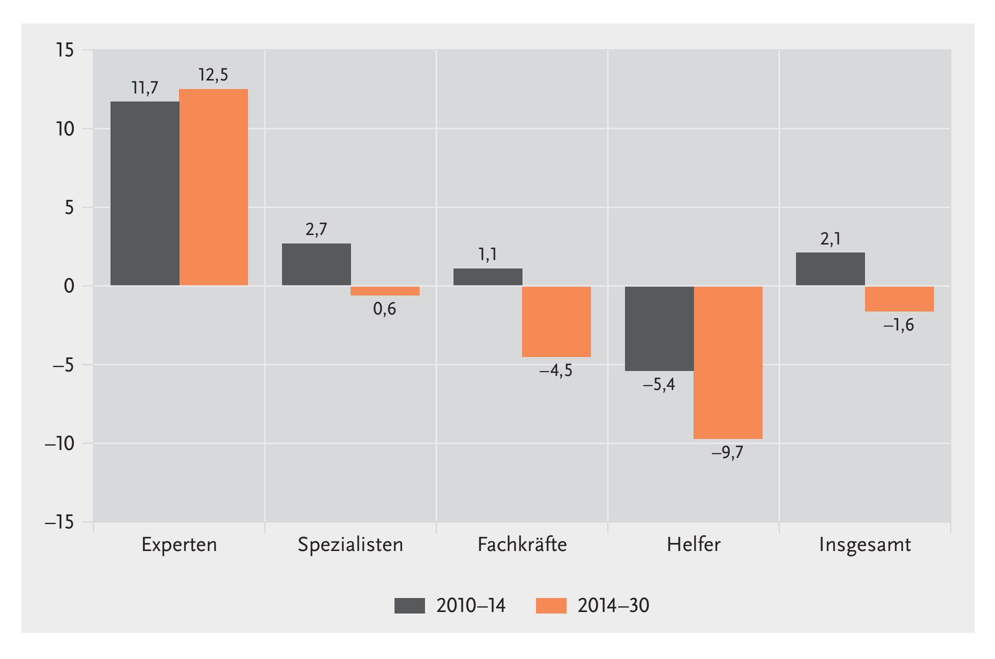


Abb. 13 Arbeitsangebot nach beruflichem Anforderungsniveau
Veränderung der Erwerbspersonenzahl 2010–14 und 2014–30 in %

Quelle: Statistisches Bundesamt (Mikrozensus), Economix (Prognose 2016, T07)

Fast für alle Berufsbereiche gilt der Trend zur Höherqualifizierung des Arbeitsangebots, sowohl in wachsenden als auch in schrumpfenden Bereichen (Tabelle 6). Lediglich für die Verkehrsberufe erwarten wir eine nur geringe Änderung der Qualifikationsstruktur. Hier wird sich weiterhin ein großes Potenzial an Arbeitsplätzen mit niedrigem Anforderungsniveau erhalten. Bereits 2014 waren 41 % der Erwerbspersonen mit Helferberufen in diesem Berufsbereich tätig. 2030 wird es ein ähnlicher Anteil sein. In allen anderen Berufsbereichen wird das Arbeitsangebot – vor allem im höchsten Segment, den Experten – deutlich ansteigen.

Im Vergleich zu den Prognosen von 2014 zeigt sich, wie sich die Einwanderung auf das Qualifikationsangebot auswirken wird (Abbildung 14). Im Vergleich zur Prognosevariante Hohe Zuwanderung von 2014, die in etwa den gleichen Verlauf

der Erwerbspersonenzahl bis 2030 unterstellt, kommt die Basisprognose mit hoher Flüchtlingszuwanderung von 2016 zu dem Ergebnis, dass die Zahl der Arbeitskräfte ohne Berufsbildung um 2 % höher liegen wird, die Zahl der Arbeitskräfte mit Hochschulbildung hingegen um 1 % niedriger. Bei Fachschulabsolventen liegen die Zahlen von 2016 um 1 % höher. Bei Arbeitskräften mit dualer Ausbildung ergibt sich ein Zuwachs um 0,4 %. Die Zuwanderung, die wir im Jahr 2016 erwarten, wird die Qualifikationsstruktur des Arbeitsangebots also etwas weiter von der auf qualifizierte Arbeitskräfte ausgerichteten Nachfrage wegrücken, als dies 2014 erkennbar war – und dies, obwohl wir von einer erfolgreichen Integration der zuwandernden Flüchtlinge ausgehen. Hier zeigt sich, dass neben der Flüchtlingszuwanderung auch weiterhin ein Bedarf für eine gesteuerte Zuwanderung von Fachkräften besteht.

Tab. 6 Arbeitsangebot nach Berufsbereich und Anforderungsniveau
Veränderung der Erwerbspersonenzahl 2014–30[(a)]
Basisvariante; obere Variante des Flüchtlingszustroms

Berufsbereich	**Experten**	**Spezialisten**	**Fachkräfte**	**Helfer**	**Veränderung 2014–30**	
					in %	**in 1.000**
1 Land-, Forst-, Tierwirtschaft, Gartenbau	=	--	--	--	–16,2	–182
2 Rohstoffgewinnung, Produktion, Fertigung	+	--	–	--	–9,4	–800
3 Bau, Architektur, Vermessung, Gebäudetechnik	++	–	=	--	–3,8	–103
4 Naturwissenschaft, Geografie, Informatik	++	=	=	=	8,4	131
5 Verkehr, Logistik, Schutz und Sicherheit	=	=	=	=	–1,5	–91
6 Kaufm. Dienstl., Handel, Vertrieb, Tourismus	=	=	–	--	–5,7	–322
7 Unternehmensorga., Buchhalt., Recht, Verwaltung	+	=	–	--	–0,9	–81
8 Gesundheit, Soziales, Lehre u. Erziehung	++	=	=	=	7,7	651
9 Geisteswissenschaften, Kultur, Gestaltung	++	+	=	–	9,0	118
0 Militär	–	--	--	X	–22,1	–40
Veränderung 2014–30 in %	–9,7	–4,5	–0,6	12,5	–1,6	–718
Veränderung 2014–30 in 1.000	–584	–1.094	–37	997	–718	

(a) Änderung der Zellwerte:
„+“ +5~11 %; „++“ +11~22 %; „+++“ >+22 %;
„=“± 5 %;
„-“ -5~-11 %; „--“ -11~-22 %; „---“ <-22 %;

Quelle: Economix (Prognose 2016, T07a)

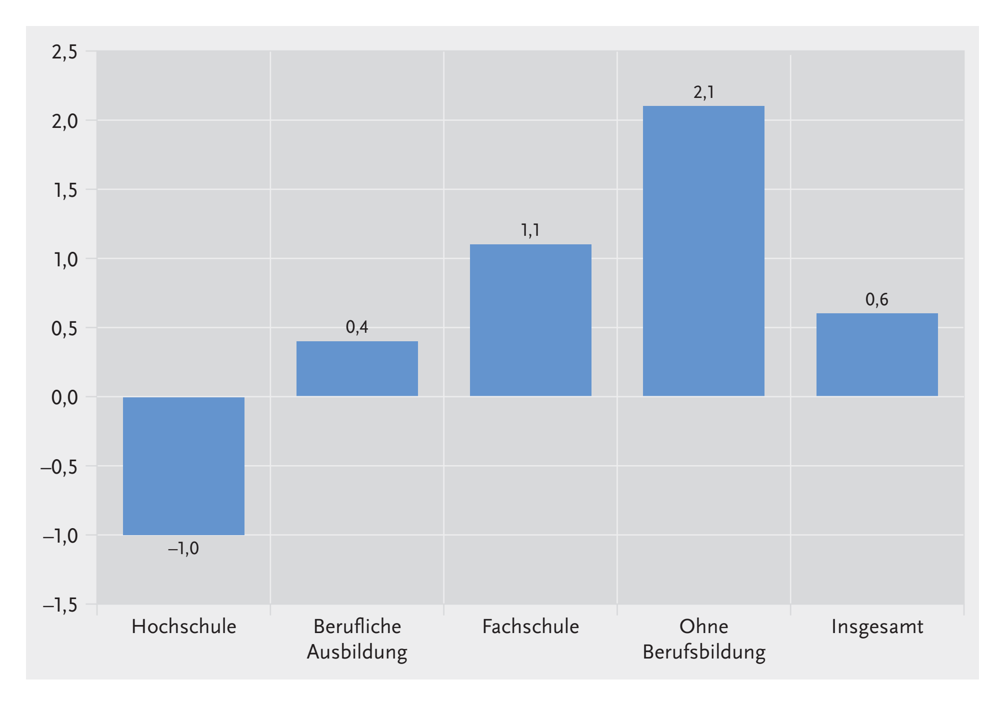


Abb. 14 Auswirkungen der Zuwanderung auf das Arbeitsangebot
Vergleich der Basisprognose 2016 (hohe Flüchtlingszuwanderung) mit der Prognose 2014 (Hohe Zuwanderung)
Differenz zwischen den Veränderungen der Erwerbspersonenzahl 2014–30 nach der Basisprognose 2016 und der Variante hohe Zuwanderung 2014 in % der Erwerbspersonen 2030

Quelle: Economix (Prognose 2016, T07a)

2.3.4 Exkurs: Arbeitsangebot bis 2050

In unserer Prognose 2014 hatten wir Zahlen zur Entwicklung von Bevölkerung und Erwerbspersonen bis 2050 vorgelegt (Vogler-Ludwig/Düll/Kriechel 2015: 111 ff.). Dabei hatten wir in der oberen Prognosevariante angenommen, dass die Geburtenziffer bis 2050 von 1,4 auf 1,9 Kinder pro Frau ansteigen wird, die Nettozuwanderung nach 2020 bei durchschnittlich 200.000 pro Jahr liegen wird und die Erwerbsquoten der Frauen bis 2050 das Niveau der Männer erreichen werden. Durch diese Veränderungen wird es möglich sein, den demografisch bedingten Rückgang in der Zahl der Erwerbspersonen nach 2030 deutlich zu verlangsamen. Unter der Voraussetzung einer aktiven Bevölkerungs- und Arbeitsmarktpolitik könnten dem Arbeitsmarkt 2050 4,5 Millionen Erwerbspersonen mehr zur Verfügung stehen als ohne eine solche Politik. Bei einem Verzicht auf die genannten angebotserweiternden Maßnahmen hingegen verliert Deutschland bis 2050 20 % seiner Arbeitskräfte. Darüber hinaus würde sich die Altersstruktur von Bevölkerung und Erwerbspersonen weiter ungünstig entwickeln, sodass sich der Bevölkerungsschwund von Generation zu Generation verstärkt.

Unsere vordringliche Frage ist nicht, ob die deutsche Gesellschaft diese Entwicklung so einfach hinnehmen wird und ob das umlagebasierte Rentensystem solche Veränderung aushält. Vielmehr fragen wir, was die beste Antwort auf das demografische Problem sein kann.

Eine Erhöhung der Geburtenziffern dürfte nach den Erfahrungen der Vergangenheit am schwierigsten zu erreichen sein. Auch wenn die Geburtenziffer in den letzten Jahren gestiegen ist und mit der Verbesserung der Kinderbetreuung ein entscheidendes Hindernis für eine höhere Kinderzahl vermindert wurde – von einer Geburtenziffer nahe 2 ist Deutschland noch immer weit entfernt. Um dies zu erreichen, wäre eine „Willkommenskultur für Kinder“ notwendig, ein gesellschaftlicher Wandel also, der sich erst in langen Zeiträumen einstellt.

Den Anstieg der Erwerbsbeteiligung von Frauen haben wir in unseren Prognosen bereits berücksichtigt. Gleichwohl sehen wir noch Spielraum nach oben. Auch eine Verlängerung der individuellen Jahresarbeitszeiten von Teilzeitbeschäftigten kommt in Frage, allerdings werden davon nicht mehr die gleichen Effekte ausgehen wie in der Vergangenheit. Dies gilt umso mehr, als wir bei gleichen Erwerbsquoten von Frauen und Männern von insgesamt niedrigeren Erwerbsquoten für beide Geschlechter ausgehen müssen. Dies ist durch die stärkere Beteiligung der Männer an der Familienarbeit bedingt.

Bleibt die Zuwanderung zum Ausgleich der demografisch bedingten Verluste im Arbeitsangebot. Der Blick in die Vergangenheit zeigt, dass Deutschland immer wieder die Chancen der Zuwanderung genutzt hat (Abbildung 15). So haben alle Bevölkerungsprognosen seit 1990 eine langfristig sinkende Bevölkerungszahl vorausgesagt – tatsächlich aber ist die Bevölkerung zwischen 1990 und 2005 durch die Zuwanderung gewachsen. Erst mit der Verringerung des Wanderungssaldos hat sich der demografische Wandel wieder gezeigt, um dann mit dem Flüchtlingszustrom nach 2011 abermals zu verschwinden.

Parallel dazu haben auch die amtlichen Bevölkerungsvorausberechnungen den Zeitpunkt, zu dem die Bevölkerungszahl unter das Ausgangsniveau der jeweiligen Fortschreibung sinkt, immer weiter hinausgeschoben. In der 7. koordinierten Bevölkerungsvorausberechnung von 1990 wurde dies für 2006 erwartet, in der 8. koordinierten Bevölkerungsvorausberechnung von 1993 war es dann das Jahr 2012 und in der 13. Vorausberechnung von 2014 schließlich das Jahr 2029. Die Ursache für diese Korrekturen liegt in der Fehleinschätzung der Zuwanderung, bei der zwar die jeweils jüngsten Ereignisse berücksichtigt, die langfristige Dynamik jedoch unterschätzt wurde.

Nach unserer Einschätzung wird Deutschland ein Einwanderungsland bleiben, denn einerseits besteht der Arbeitskräftebedarf, um Wirtschaftswachstum und die Versorgung mit sozialen Diensten zu gewährleisten. Auch zur Sicherung des umlagebasierten Rentensystems leistet die Zuwanderung junger Arbeitskräfte einen wichtigen Beitrag. Andererseits ist Deutschland ein begehrtes – wenn nicht eines der gegen-

wärtig begehrtesten – Zielländer der internationalen Wanderungen. Selbst nach dem Abflauen der krisenbedingten Fluchtbewegungen der letzten Jahre wird daher der Einwanderungsdruck auf Deutschland hoch bleiben.

Für die Prognose bedeutet dies, dass wir langfristig von hohen Zuwanderungszahlen ausgehen können, die den demografisch bedingten Bevölkerungsrückgang immer wieder ausgleichen werden. Auf Basis der geltenden Einwanderungspraxis wird sich dies auch weiterhin in unregelmäßigen Wellen vollziehen, die im Einzelnen kaum vorherzusagen sind. Im langfristigen Durchschnitt wäre aber damit zu rechnen, dass der Wanderungssaldo deutlich über den bisher angenommenen 200.000 pro Jahr liegen wird.

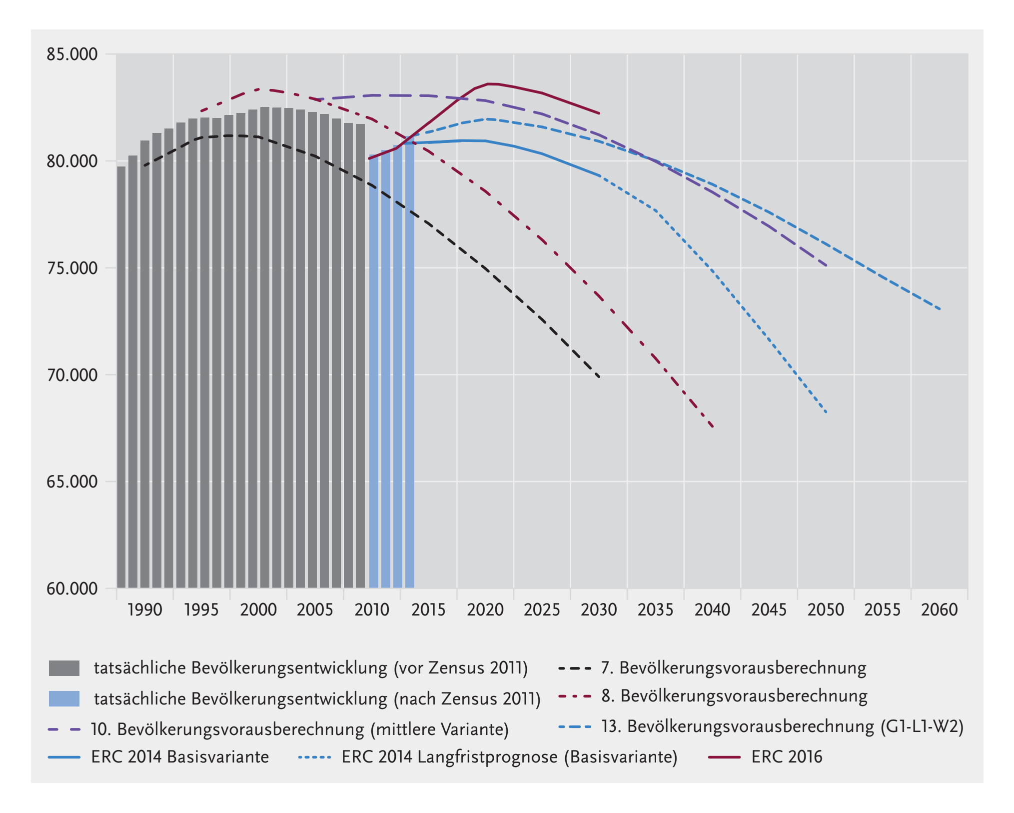


Abb. 15 Langfristige Bevölkerungsprognosen
Bevölkerung in Deutschland in 1.000

Quelle: Statistisches Bundesamt, Economix (Prognose 2016, T11)

Das Problem solch hoher Einwanderungsraten ist eher die gesellschaftliche als die wirtschaftliche Integration der eingewanderten Bürger. Mit kultureller Distanz und niedrigem Bildungsniveau der Einwanderer nehmen die gesellschaftlichen und politischen Konflikte erkennbar zu, während die wirtschaftliche Integration wegen der positiven makro-ökonomischen Effekte fast ein Selbstläufer ist. Es kommt also da-

rauf an, sich an vielen Stellen des politischen und sozialen Lebens auf den stetigen Zustrom an Menschen einzustellen und die Gesellschaft in ihrem eigenen Interesse für diese Entwicklung zu öffnen.

2.4 Nachfrage nach Arbeitskräften

2.4.1 Grundtendenzen des sektoralen Strukturwandels

Dem *Basisszenario* liegt die Annahme zugrunde, dass sich die deutsche Wirtschaft auf ihre Kernkompetenzen konzentriert und ihre Markterfolge vor allem in den wissensbasierten, kreativen und sozialen Diensten sucht. Damit folgen die sektoralen Trends von Produktion und Beschäftigung dem bereits in den früheren Prognoseberichten[11] beschriebenen Tendenzen (Abbildung 16, Tabelle 7):[12]

- In der Warenproduktion mit den Bereichen Land- und Forstwirtschaft, Bergbau, Energie, Verarbeitendes Gewerbe und Baugewerbe gehen nach unseren Einschätzungen bis 2030 insgesamt eine Million Arbeitsplätze verloren. Dies ist dem globalen Strukturwandel zuzuschreiben, in dem vor allem die asiatischen Länder erhebliche Teile der Industrieproduktion an sich ziehen. Dieser De-Industrialisierungsprozess kam in den Jahren 2010–14 zwar zum Stillstand. Er wird sich aber umso mehr durchsetzen, je weniger die deutsche Industrie vom Wachstum Chinas und dem vorteilhaften Euro-Kurs profitieren kann. Zu den großen Verlierern gehören daher die Beschäftigten im Maschinenbau, in der Metallerzeugung und -bearbeitung und in der Land- und Forstwirtschaft. Nach den Annahmen dieses Szenarios bleiben die Innovationsbemühungen im Maschinenbau aber auch bei anderen Investitionsgüterherstellern zu schwach, um im internationalen Wettbewerb um Industrie 4.0 erfolgreich zu sein.[13]
- Die Unternehmens- und Finanzdienste stehen auf der Gewinnerseite und gleichen die Arbeitsplatzverluste in der Warenproduktion fast vollständig aus. Hier werden nach unseren Erwartungen 0,9 Millionen Arbeitsplätze entstehen, in erster Linie in den Sonstigen Unternehmensdiensten sowie in der Rechts-, Steuer- und Unternehmensberatung. Dabei profitieren diese Wirtschaftszweige von der Auslagerung von Tätigkeiten aus den Industrieunternehmen und anderen Branchen. Sie ist Folge der „Verwissenschaftlichung“ der Unternehmen und des generellen Strukturwandels von der Herstellung von Waren zur Schaffung von Know-how. Dies begünstigt viele Bereiche der technischen, wissenschaftlichen und kommerziellen Beratung, wie sie unter den Unternehmensdiensten zusammengefasst werden.

11 Vgl. Vogler-Ludwig, Düll (2013), Abschnitt 2.1.

12 Vgl. auch Tabelle 2.3.1 im Anhang 3.

13 Die erfolgreiche Umsetzung einer solchen Strategie wird im Szenario *Beschleunigte Digitalisierung* durchgerechnet.

- Im Bereich Handel und Verkehr finden interne Umschichtungen statt, sodass die Gesamtbeschäftigung bis 2030 stagniert. Dabei verliert der Einzelhandel aufgrund der schon jetzt wirksamen Verbreitung des Internet-Handels, während Verkehr und Lagerei davon profitieren. Der Großhandel wird durch den Ausbau des internationalen Handels begünstigt.

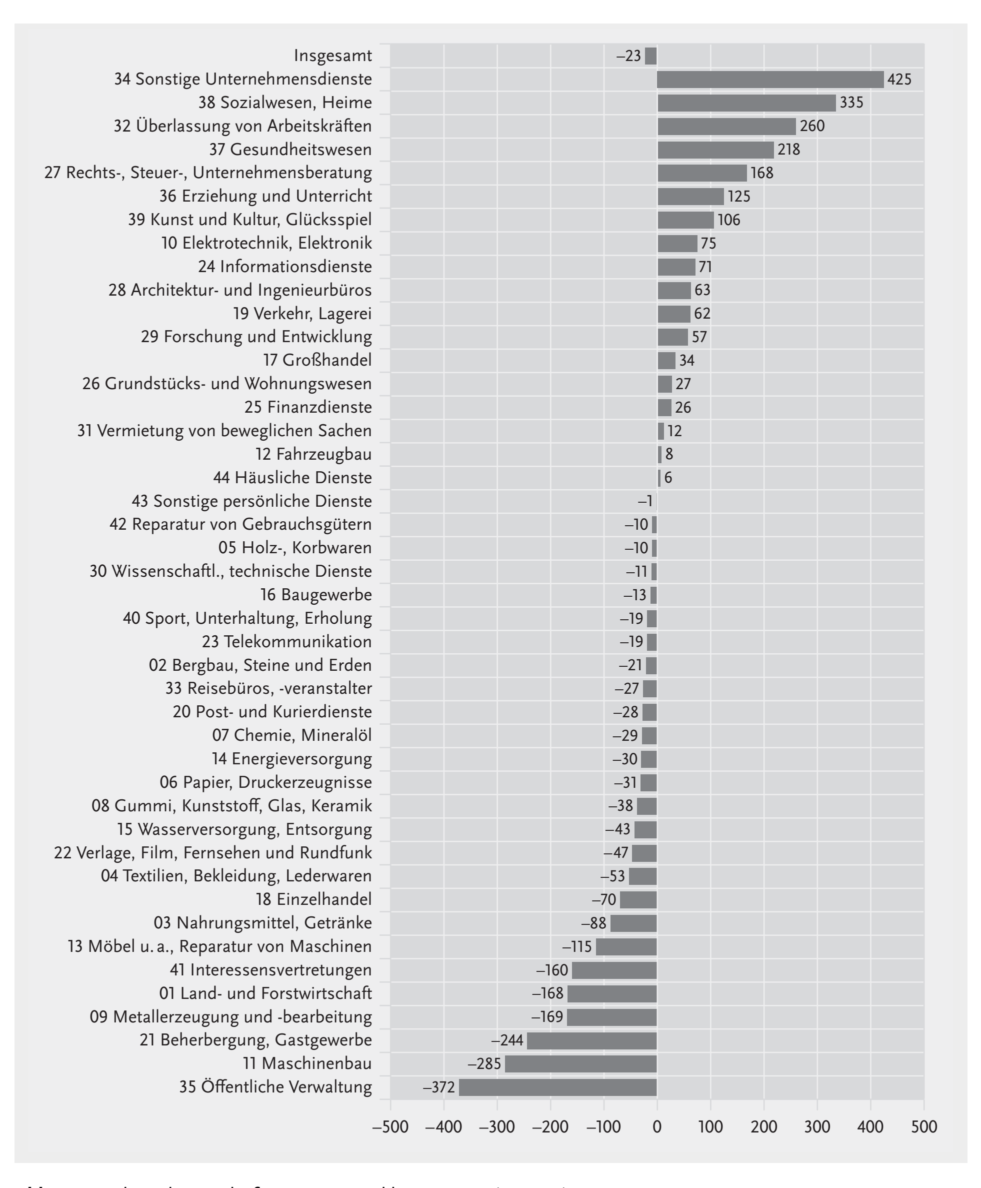


Abb. 16 Sektorale Beschäftigungsentwicklung im *Basisszenario*
Veränderung der Zahl der Erwerbstätigen 2014–30 in 1.000

Quelle: CE, Economix (Prognose 2016, T08)

- In den persönlichen Diensten wird die Beschäftigung bei langfristig negativer Bevölkerungsentwicklung leicht rückläufig sein. Dazu trägt insbesondere das Beherbergungs- und Gastgewerbe bei, aber auch die Medien (Verlage, Film, Rundfunk, Fernsehen).
- Die sozialen Dienste werden im Zuge der durch die Zuwanderung gestellten Anforderungen wieder deutlich wachsen. Dabei wird der erhebliche Beschäftigungszuwachs im Gesundheits- und Sozialwesen einem Beschäftigungsrückgang in der Öffentlichen Verwaltung gegenüberstehen.

Tab. 7 Erwerbstätige nach Wirtschaftssektoren
Basisszenario, hohe Flüchtlingszuwanderung

	Erwerbstätige in 1.000		Veränderung 2014–30	
	2014	**2030**	**in 1.000**	**in %**
01 Land- und Forstwirtschaft	651	483	–168	–25,9
02 Energie, Wasser und Recycling	573	479	–94	–16,4
03 Verarbeitendes Gewerbe	7.491	6.755	–736	–9,8
04 Baugewerbe	2.443	2.430	–13	–0,5
05 Handel und Verkehr	8.133	8.112	–21	–0,3
06 Finanzdienste	1.333	1.372	38	2,9
07 Unternehmensdienste	6.822	7.696	874	12,8
08 Persönliche Dienstleistungen	5.060	4.850	–210	–4,1
09 Öffentliche Verwaltung	2.535	2.163	–372	–14,7
10 Erziehung, Gesundheit, Sozialwesen	7.662	8.340	678	8,8
Insgesamt	42.703	42.680	–23	–0,1

Quelle: CE, Economix (Prognose 2016, T08)

2.4.2 Auswirkungen der Zuwanderung auf die sektorale Beschäftigungsentwicklung

In unserer Prognose 2014 sind wir von der These ausgegangen, dass bei Freizügigkeit der Wanderungen die Nachfrage der Arbeitgeber darüber entscheidet, wie viele Arbeitskräfte mit welcher Qualifikation einwandern. Die Arbeitskräfte wurden daher nach dem potenziellen Beschäftigungswachstum auf die Sektoren verteilt und haben auf diese Weise den Strukturwandel beschleunigt, seine Tendenzen aber nicht verändert. Dies dürfte für die Einwanderung von Flüchtlingen nicht in gleicher Weise gelten, denn ihre Zuwanderung erfolgt erst in zweiter Linie im Hinblick auf einen Arbeitsplatz, in erster Linie aber, um der Not zu entfliehen und sich eine neue Existenz aufzubauen. Wer hier ankommt, hat also nicht notwendigerweise die auf dem Arbeitsmarkt gefragte Qualifikation. Wir sind daher davon ausgegangen, dass diese Einwanderer eine längere (fünfjährige) Integrationsphase absolvieren und auch nach ihrem Ablauf nicht vollständig mit dem Wachstumsprofil der Wirtschaft korrespondieren.

Daraus haben wir zwei Schlussfolgerungen gezogen: Zum einen wird es nicht allen eingewanderten Erwerbspersonen gelingen, eine Beschäftigung zu finden. Ihre Erwerbslosenquote wird daher auch 2030 noch bei 23 % liegen (Abschnitt 2.1.3). Zum anderen werden die Erwerbstätigen unter den Flüchtlingen eher das Segment ohne Berufsbildung erweitern, während das Qualifikationssegment Hochschule verliert. Es stellt sich also die Frage, wie sich der Arbeitsmarkt an diese neue Angebotssituation anpassen wird.

In den ersten Jahren starker Flüchtlingszuwanderung vergrößert diese Entwicklung die strukturelle Arbeitslosigkeit. Dabei haben wir unterstellt, dass die 2014 erlassene Mindestlohnregelung nicht aufgehoben wird, auch wenn es dazu bereits erste Vorschläge gibt. Ein solcher Schritt würde die Spaltung der Gesellschaft weiter verschärfen, da auch die inländischen gering Qualifizierten in ihrer Einkommensposition gefährdet würden. Dies wäre kontraproduktiv im Hinblick auf den Abbau der gesellschaftlichen Spannungen und die Integration der Flüchtlinge. Die steigende Zahl der Erwerbslosen wird also zunächst hingenommen und vom Sozialsystem alimentiert. Im weiteren Verlauf bis 2030 baut sich die Erwerbslosigkeit ohnehin ab, sodass für eine Aufhebung oder Aufweichung der Mindestlöhne kein Anlass mehr bestehen wird.

Gleichzeitig ist aber zu erwarten, dass die Fachkräfteengpässe vor allem in den qualifizierten Segmenten des beruflichen Spektrums hoch sein werden. Es bestehen daher Anreize, den beruflichen Aufstieg der erfahrenen Arbeitskräfte zu fördern und gleichzeitig die Versorgung mit weniger qualifizierten Arbeitskräften zu sichern. Soweit es gelingt, die berufliche Flexibilität der Erwerbspersonen im Allgemeinen und die berufliche Integration der Flüchtlinge im Besonderen zu verbessern, kann die Zuwanderung helfen, den Strukturwandel in Richtung höherer Qualifikation zu unterstützen. Dazu ist es notwendig, diese Mobilität sowohl finanziell als auch regulatorisch zu fördern, d. h. die berufliche Weiterbildung sollte ausgebaut und die berufliche Flexibilität der Arbeitskräfte durch flexiblere Regularien der Berufsbildung erleichtert werden (Vogler-Ludwig/Düll 2013: 152).

Es ist aber auch denkbar, dass sich die Unternehmen an das wachsende Angebot nicht optimal qualifizierter, aber billiger Arbeitskräfte anpassen und ihre Geschäftsmodelle darauf ausrichten werden. Dies würde bedeuten, dass Berufsbereiche und Sektoren mit geringen Qualifikationsanforderungen – wie z. B. Land- und Forstwirtschaft, Nahrungsmittelindustrie, Textil- und Bekleidungsgewerbe, soziale und häusliche Dienste usw. – die Beschäftigung ausweiten. Der auf Höherqualifizierung ausgerichtete Strukturwandel würde verlangsamt.

Die bisherigen Erkenntnisse über die flüchtlingsbedingte Einwanderung bieten noch keine Grundlage, um dieses Problem in unserer Prognose abzubilden. Allerdings können wir durch den Vergleich der Prognosen 2014 und 2016 den Zusammenhang zwischen Arbeitsangebot und -nachfrage etwas aufdecken. Dabei vergleichen wir die Variante Hohe Zuwanderung aus der Prognose 2016, die von hoher Zuwanderung qualifizierter Arbeitskräfte ausging, mit der *Basisvariante* der Pro-

gnose 2016, die einen hohen Flüchtlingsanteil unterstellt. Der Vergleich der sektoralen Schätzungen gibt Hinweise, wie sich die verschiedenen Annahmen im gesamtwirtschaftlichen und strukturellen Zusammenhang auswirken (Tabelle 8).

Die Ergebnisse zeigen, dass das zusätzliche Arbeitsangebot nach der Prognose 2016 vor allem in den sozialen Diensten Beschäftigung finden wird. Auch Handel und Verkehr sowie die persönlichen Dienste werden ihren Beschäftigtenanteil geringfügig erweitern. Im Verarbeitenden Gewerbe, Baugewerbe und in den Unternehmens- und Finanzdiensten hingegen kommt es zu einem relativen Beschäftigungsrückgang. Anders ausgedrückt: Die flüchtlingsbedingte Zuwanderung begünstigt vermutlich vor allem die sozialen Dienste, während Warenproduktion und Unternehmensdienste eher durch die Zuwanderung qualifizierter Arbeitskräfte profitieren würden.

Tab. 8 Auswirkungen der Zuwanderung auf die sektorale Beschäftigtenstruktur
Anteile an den Erwerbstätigen 2030 in %

	Prognose 2014 (Variante Hohe Zuwanderung)	Prognose 2016 (Basisvariante)	Abweichung (in Prozentpunkten)
01 Land- und Forstwirtschaft	1,2	1,1	–0,1
02 Energie, Wasser und Recycling	1,1	1,1	0,0
03 Verarbeitendes Gewerbe	16,7	15,8	–0,8
04 Baugewerbe	6,1	5,7	–0,4
05 Handel und Verkehr	18,9	19,0	0,1
06 Finanzdienste	3,6	3,2	–0,4
07 Unternehmensdienste	18,7	18,0	–0,7
08 Persönliche Dienstleistungen	11,2	11,4	0,1
09 Öffentliche Verwaltung	5,4	5,1	–0,3
10 Erziehung, Gesundheit, Sozialwesen	17,0	19,5	2,5
Insgesamt	100,0	100,0	0,0

Quelle: CE, Economix (Prognose 2016, T08)

2.5 Arbeitskräfteengpässe

In Fortführung unseres Konzepts zur Messung der Arbeitskräfteengpässe bzw. -überschüsse haben wir Engpassindikatoren für Berufe und Qualifikationsgruppen berechnet.[14] Im Folgenden verwenden wir vor allem den Engpassindikator II, der die Effekte einer verlangsamten Anpassung des Arbeitsangebots an den Strukturwandel der Erwerbstätigkeit misst.[15] Dabei wird davon ausgegangen, dass das Arbeitsangebot nach Berufen bzw. Qualifikation über einen Zeitraum von jeweils fünf Jahren in

14 Zur Methode vgl. Vogler-Ludwig/Düll/Kriechel 2015, Abschnitt 5.2.1.

15 Differenzierte Daten finden sich in Anhang 3, Tabelle 2.5.

seiner Zusammensetzung unverändert bleibt. Die Differenzen zwischen diesem hypothetischen Arbeitsangebot und der tatsächlichen Entwicklung der Erwerbstätigkeit misst dann den Restrukturierungsbedarf bzw. das potenzielle Ungleichgewicht auf den beruflichen bzw. qualifikationsspezifischen Arbeitsmärkten.

2.5.1 Qualifikationsspezifische Fachkräftelücke

Ähnlich wie in der Prognose 2014 gehen die potenziellen Ungleichgewichte in den Fünf-Jahres-Perioden bis 2030 zwar zurück, aber die Diskrepanzen sind gleichwohl beachtlich (Abbildung 17): In der Phase bis 2020 steht dem potenziellen Fehlbestand von 1,5 Millionen Arbeitskräften mit Hochschulabschluss ein potenzieller Überschuss von 1,4 Millionen Arbeitskräften ohne berufliche Bildung gegenüber. Demgegenüber sind die Salden im Bereich der dualen Ausbildung und der Fachschulbildung gering.

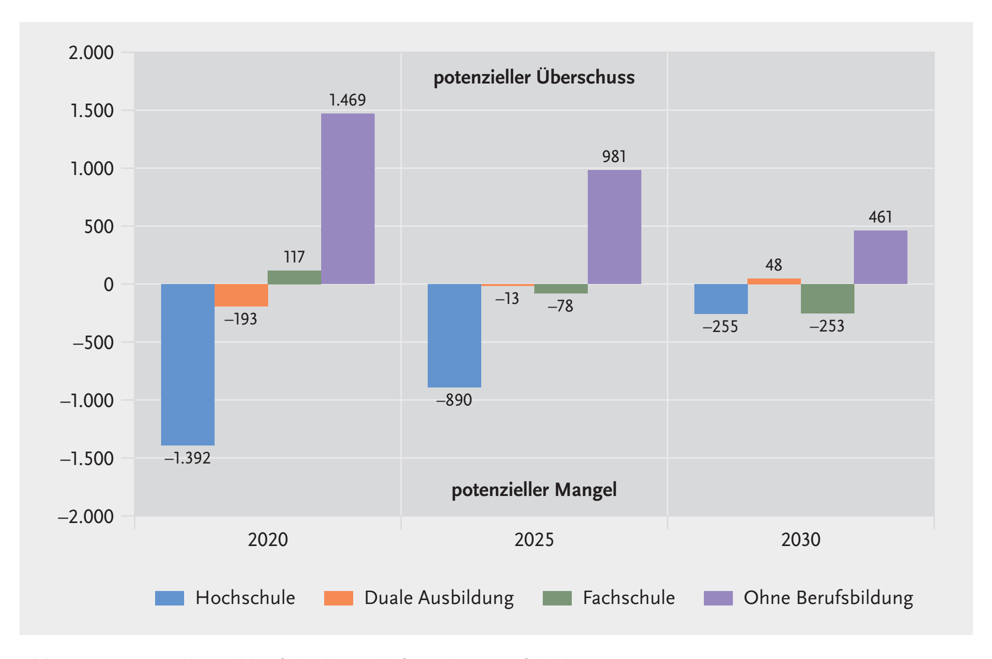


Abb. 17 Potenzielle Fachkräftelücke nach formaler Berufsbildung
Engpassindikator II (*Basisszenario*); Erwerbstätige in 1.000

Quelle: Economix (Prognose 2016, T13)

Im Vergleich zur Prognose 2014 sind die vorausgeschätzten Fachkräftesalden nicht kleiner geworden, im Gegenteil: Sowohl bei Hochschulabsolventen als auch bei Arbeitskräften ohne berufliche Bildung liegen die Salden bis 2020 um 5 bis 7 % höher.[16] Dies bedeutet zum einen, dass es in den Jahren 2012–14 keine hinreichende

16 Vogler-Ludwig/Düll/Kriechel 2015: 151.

Anpassung des Arbeitsangebots an den qualifikationsspezifischen Wandel gegeben hat. Zum anderen lässt sich daraus ablesen, dass die Zuwanderung einer größeren Zahl von gering qualifizierten Arbeitskräften die Ungleichgewichte eher vergrößern wird.

Gleichwohl gilt auch für die Prognose 2016, dass sich diese Ungleichgewichte im Laufe des Prognosezeitraums deutlich verringern werden, da wir davon ausgehen, dass das Arbeitsangebot auf die bestehenden Engpasslagen reagieren wird. Dies setzt allerdings hohe Investitionen in die berufliche Bildung an Hochschulen voraus, ebenso hohen Aufwand für die Vermittlung beruflicher Bildung an ungelernte Arbeitskräfte und an Zuwanderer.

2.5.2 Berufliche Fachkräftelücke

In der Untergliederung nach der Klassifizierung der Berufe 2010 treten vor allem die Gesundheitsberufe, die Berufe der Unternehmensführung und -organisation sowie die Handels- und Verkehrsberufe als potenzielle Mangelberufe in Erscheinung (Abbildung 18). In Relation zu den vorhandenen Erwerbstätigen bleiben die Fehlbestände unter 6 %. Als Überschussberufe zeichnen sich insbesondere die Tourismus-, Hotel- und Gaststättenberufe, die Berufe in der Lebensmittelherstellung und -verarbeitung sowie verschiedene Herstellungsberufe ab. Hier liegen die Überschussquoten zwischen 3 und 10 %. Auch hier ist anzumerken, dass es sich um potenzielle Ungleichgewichte auf den beruflichen Teilarbeitsmärkten handelt, die für sich genommen noch kein dauerhaftes Ungleichgewicht darstellen. Sie verweisen aber auf mögliche Fehlentwicklungen, die durch geeignete Umschichtungsmaßnahmen beseitigt werden können.

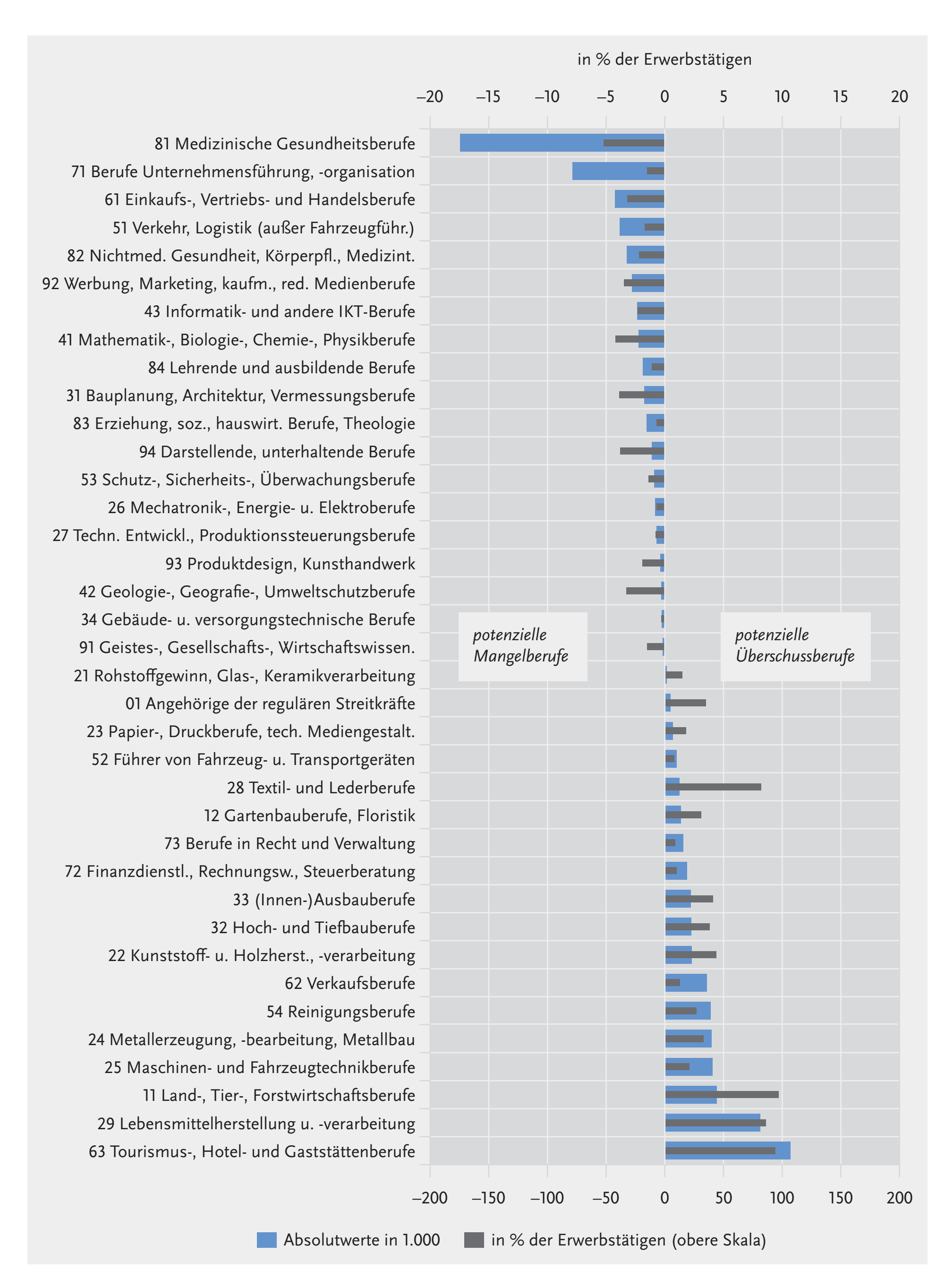


Abb. 18 Potenzielle Fachkräftelücke nach Berufen
Engpassindikator II (*Basisszenario*); durchschnittliche Salden zwischen potentiellem Arbeitskräfteangebot und Erwerbstätigkeit 2014–30

Quelle: Economix (Prognose 2016, T14)

3 Der Arbeitsmarkt im Zeichen der Digitalisierung (Szenario *Beschleunigte Digitalisierung*)

Nach der Erfindung der Schrift ist die Digitalisierung von Information die grundlegendste Neuerung des Informationswesens. Dabei werden Informationen nicht nur in einer veränderten Codierung gespeichert und lesbar gemacht, sondern die Elektronik erlaubt es technischen Apparaturen, Informationen zu verstehen, darauf zu reagieren und selbst Informationen weiterzugeben. Wo in der analogen Welt der Mensch die Information aufgenommen und an die Maschine weitergegeben hat, ist es nun die Maschine selbst, die Information in Aktion umsetzt. Mit jeder Verbesserung der Programmcodes, der Sensorik und der Steuerungstechnik werden die Maschinen und Apparate selbständiger, intelligenter, effizienter und damit unabhängiger von menschlicher Steuerung und Kontrolle. Ob am Ende dieses Weges der menschliche Roboter steht, sei dahingestellt. Fest steht aber, dass die elektronischen Apparate immer besser mit Information umzugehen lernen und damit dem Menschen immer ähnlicher werden.[17]

Die digitale Technik stellt damit die Instrumente zur Verfügung, um die menschliche Arbeit in vielen Tätigkeitsfeldern produktiver und effizienter zu machen. Nach der bisherigen Erfahrung haben davon insbesondere die qualifizierten Arbeitskräfte profitiert, denen mehr Informationen und leistungsfähigere Instrumente zur Informationsverarbeitung an die Hand gegeben wurden. Gleichzeitig hat die digitale Technik aber auch das Potenzial, menschliche Arbeit in vielen Gebieten zu ersetzen. Dies waren bisher in der Regel weniger qualifizierte, von Routine geprägte Tätigkeiten, die sich leicht automatisieren lassen. Aber die Grenze der Technik schiebt sich immer weiter in die Domäne der Qualifizierten hinein. Digitale Technik ist also Chance und Risiko zugleich. Ihre Anwendung verändert die wirtschaftliche Position

17 Google hat 2012 das Patent für eine Datenbank für Roboter-Persönlichkeiten beantragt (US-Patent 8.996.429 unter dem Titel „Methoden und Systeme der Persönlichkeitsentwicklung von Robotern“). Google führt aus: „Die Roboter-Persönlichkeit kann auch innerhalb eines grundlegenden Persönlichkeitskonstrukts (einer Standard-Rolle) veränderbar sein, um vorübergehende Zustände oder Stimmungen zu ermöglichen, etwa Glück, Furcht, Überraschung, Verblüffung (Beispiele für einen Woody-Allen-Roboter), Nachdenklichkeit, Spott (Beispiele für einen Rodney-Dangerfield-Roboter) und so weiter. Diese Stimmungen können durch vom Roboter bemerkte Schlüsselwörter oder Umstände ausgelöst oder per Befehl zugeteilt werden.”

von Branchen, Berufen, Unternehmen und Beschäftigten in unterschiedlicher Weise, verstärkt mithin die Notwendigkeit zur Aufgabe tradierter Wirtschaftsformen bei den einen und eröffnet Wachstumschancen bei den anderen.

In dieser Prognose geht es daher um die Kernfragen der Technikfolgenabschätzung wie einerseits der Saldo zwischen Arbeitsplatzverlusten und -gewinnen durch die digitale Technik auf der gesamtwirtschaftlichen Ebene ausfallen könnte und wie diese Technik andererseits auf das Gefüge des Wirtschafts- und Beschäftigungssystems zu wirken vermag. Es geht also auch um die möglichen Strukturwirkungen der digitalen Technik und die daraus resultierenden Anpassungserfordernisse.

Der Konditionalis ist in diesem Zusammenhang von besonderer Bedeutung, denn es ist davon auszugehen, dass die Technologien, die in 15 Jahren zum Einsatz kommen, noch nicht einmal erfunden, geschweige denn produziert und angewandt sind. Eine Prognose über die Auswirkungen der Digitalisierung auf die Arbeitswelt muss daher der Gefahr begegnen, zu sehr von den gegenwärtig in Mode stehenden Technologielinien auszugehen und die (letztlich noch unbestimmten) Entwicklungspotentiale aus dem Auge zu verlieren. Im Vergleich zu anderen Determinanten – wie z. B. der demografischen Entwicklung – muss die Antwort auf die Auswirkungen der Digitalisierung daher allgemeiner ausfallen und sich eher mit der prinzipiellen Wirkungsweise als der Konkretisierung im Einzelnen befassen.

Gefährdungspotenziale

In einer Studie für die USA kamen Frey und Osborne (2013) zu dem Ergebnis, dass 47 % der Arbeitsplätze durch die Informationstechnik gefährdet sind. Durch Übertragung der Methode auf Deutschland wurde von Bonin/Gregory/Zierahn (2015) ein Wert von 42 % ermittelt. Dengler und Matthes kamen mit einem veränderten Untersuchungsansatz zu dem Ergebnis, dass 15 % der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten in hohem Maße durch die Digitalisierung substituierbar seien (2015).

Die jeweiligen Schätzungen messen allein die Substituierbarkeit von Arbeit durch die Informationstechnik, lassen aber die Wachstumseffekte außer Acht.

Drei Tätigkeitskategorien werden von Frey und Osborne als sogenannte „Engineering Bottlenecks“, d. h. als Tätigkeitskategorien identifiziert, die sich nicht leicht durch Technologie ersetzen lassen:

- Wahrnehmungs- und Manipulationstätigkeiten
- Kreativ-intelligente Tätigkeiten
- Sozial-intelligente Tätigkeiten

Die Literatur zu den Auswirkungen der Digitalisierung ist höchst kontrovers. Den Apologeten des digitalen Zeitalters – wie z. B. Eric Schmidt und Jared Cohen (2013) – stehen die Kassandrarufe gegenüber, die „... das Ende von Massenlohnarbeit im Fabrikations- und Dienstleistungsbereich sowie der höher qualifizierten Angestelltenarbeit in großen Teilen des Wissenssektors“ voraussehen (Rifkin 2014: 194). Bei allen Meinungsunterschieden steht wohl fest, dass manche der heutigen technologischen Träume oder Alpträume platzen oder sich verflüchtigen werden. Auch die digitale Technik muss sich in der praktischen Anwendung bewähren, muss einen anhaltend positiven Ertrags-Kosten-Saldo aufweisen. Die Innovationsforschung zeigt, dass die Diffusion neuer Technologien mit zunehmendem Entwicklungsgrad an technische und ökonomische Grenzen stößt, dass die letzten Entwicklungsschritte

bis zur Anwendungsreife in der Regel die aufwändigsten und teuersten sind und dass sich manche Erfindung letztlich als Irrweg herausstellt. Gleichwohl weist die Informationstechnik eine außergewöhnliche, mit keinem anderen Technologiezweig vergleichbare Entwicklungsdynamik auf, die auch für die nächsten 15 Jahre ein hohes Innovationstempo erwarten lässt. Die Zuwächse sind so hoch, dass auch die Erwartung sinkender Fortschrittsraten das revolutionäre Potenzial dieser Technik nicht wirklich schmälert.

Auch wenn die bisherigen Erfahrungen seit der ersten kommerziellen Nutzung von Computern in der Mitte des vorigen Jahrhunderts die Befürchtungen einer massenhaften Freisetzung von Arbeit nicht bestätigen, bleibt es eine ernstzunehmende Frage, ob sich die Entwicklung der digitalen Technik so stark beschleunigen kann, dass es zu anhaltender Freisetzung von Arbeitskräften und vielleicht zu einer andauernden Spaltung der Gesellschaft kommt. Einerseits wäre dies zu erwarten, wenn sich die Innovations- und Diffusionsgeschwindigkeiten der digitalen Techniken weltweit deutlich erhöhen und damit bisher nicht gekannte Rationalisierungspotenziale eröffnen. Andererseits würde die Arbeitslosigkeit steigen, wenn die Anpassungsfähigkeit von Wirtschaft und Arbeitsmarkt begrenzt bliebe, die deutsche Wirtschaft mithin den technologiebedingten Wandel zu spät erkennt oder falsche Schlussfolgerungen zieht. In der Wirkungsanalyse ist daher dem technologischen Wandel die strukturelle Anpassungsfähigkeit von Wirtschaft und Gesellschaft gegenüberzustellen, die letztlich das Gleichgewicht der Arbeitsmärkte bestimmt. Die Technikfolgen sind daher nicht nur eine Frage der technologischen Potenziale, sondern auch der gesellschaftlichen, wirtschaftlichen und politischen Umsetzung.

Darüber hinaus ist es eine Frage des globalen Wettbewerbs, wie das „Spiel um Arbeitsplätze" am Ende für Deutschland ausgehen wird. Viele Länder beteiligen sich am Wettrennen um die digitale Technik und haben sich im bisherigen Verlauf unterschiedliche Positionen erarbeitet. An vorderster Stelle stehen nach wie vor die USA, die im Silicon Valley die bedeutendsten Unternehmen der IT-Branche versammelt haben. Zusammen mit unzähligen Start-ups stellt diese Region das globale Zentrum der digitalen Industrie dar. Europa und auch Deutschland haben nichts Vergleichbares vorzuweisen und folgen in vielen Bereichen der Technologieführerschaft der USA. Der europäische Vorteil liegt eher in der erfolgreichen Umsetzung der digitalen Techniken, aus der ebenfalls erhebliche positive wirtschaftliche Effekte für Industrie und Dienstleistungen resultieren. Asien und insbesondere China haben sich auf die Produktion elektronischer Güter spezialisiert und damit einen großen Teil der fertigungsbedingten Beschäftigung an sich gezogen. Damit partizipieren alle drei Weltregionen an der Entwicklung der digitalen Technik. Aber das Rennen geht weiter und – wie sich zeigt – bestehen in allen Regionen Absichten, in die Spezialisierungssegmente der Konkurrenten vorzustoßen.

Schließlich ist auch zu bedenken, dass die technologischen Rationalisierungspotenziale – anders als in früheren Zeiten hoher Arbeitslosigkeit – bei rückläufigem Arbeitskräfteangebot keine Bedrohung, sondern ein Mittel zur Beseitigung des Ar-

beitskräftemangels darstellen können. Aus dem Blickwinkel des deutschen Fachkräftekonzepts ist daher die Frage zu stellen, inwieweit die digitale Technik in der Lage sein kann, den demografisch bedingten Rückgang in der Zahl der verfügbaren Arbeitskräfte auszugleichen und damit die negativen Folgen des Bevölkerungsrückgangs auf das Wirtschaftswachstum abzumildern. Allerdings ist davon auszugehen, dass die digitale Technik einer anderen Anwendungs- und Wirkungslogik folgt, als es sich die Arbeitsmarktpolitik wünscht. Für die erfolgreiche beschäftigungspolitische Umsetzung muss sich die Arbeitsmarktpolitik daher auf die Wirkungsweise der digitalen Technik einstellen und die Anpassungsfähigkeit der Arbeitsanbieter an den technologischen Wandel fördern. Diese Prognose soll dazu einen Beitrag leisten.

3.1 Ausgangslage

3.1.1 Grundzüge der digitalen Technologie

Die digitale Technik besteht aus vier Technologielinien (Abbildung 19):

- *Prozessor- und Speichertechnik, Übertragungstechnik;* insbesondere die Entwicklung von Mikroprozessoren, Festplatten- und Halbleiterspeichern sowie der Breitband-Übertragungstechnik.
- *Software und künstliche Intelligenz;* insbesondere die Entwicklung maschineller Algorithmen zur Steuerung funktionaler Abläufe von Arbeitsprozessen, Darstellung, Analyse und Kombination von Information sowie die Annäherung solcher Algorithmen an das menschliche Denken.
- *Sensorik und Steuerungstechnik, Robotik;* insbesondere der Einsatz von Sensoren und Steuerungstechnik zur Automatisierung von Produktionsabläufen unter Verwendung künstlicher Intelligenz.
- *Digitalisierung der Information;* insbesondere die Zusammenführung von Informationen in Informationsplattformen, die Verbesserung der Suchalgorithmen und der kontext-relevanten Bewertung von Information.

Alle Felder der Informationstechnik sind eng miteinander verflochten, sodass Fortschritte in einem Technologiefeld nur bei Fortschritten in den anderen Feldern möglich sind. Dies gilt vor allem für das Technologiefeld Industrie 4.0, dessen Weiterentwicklung von der Sensorik und Steuerungstechnik, aber auch von der künstlichen Intelligenz, dem Ausbau der Breitbandnetze und nicht zuletzt von einer unterbrechungsfreien Stromversorgung abhängt.

Von diesen Technologielinien gehen starke Wirkungen nicht nur auf den Informationsfluss und seine Nutzung aus – vielmehr ist die Informationstechnik in der Lage, über Ausweitung der räumlichen und zeitlichen Verfügbarkeit von Information und die Reduzierung von Informationskosten, durch Übernahme von Steuerungsfunktionen in maschinellen Anlagen und letztlich über das Wachstum der Informationsbestände selbst in fast alle Lebens- und Arbeitsbereiche vorzudringen. Schon heute

ist die ubiquitäre Präsenz der Informationstechnik sichtbar, und sie wird allen Erwartungen nach noch weiter zunehmen. Sie verändert Produktionstechnik und Verwaltungsabläufe, die Organisationsstruktur der Unternehmen und letztlich die Qualifikationsstruktur der Belegschaften. Auf ihrer Basis entstehen neue Geschäftsmodelle und alte geraten in Gefahr. Die Wettbewerbspositionen der Anbieter auf den Gütermärkten verschieben sich, und die Technologie bewirkt das Wachsen und Sterben von Wirtschaftszweigen. Sie beschleunigt den wissenschaftlichen und technischen Fortschritt und verändert dadurch Wirtschaft und Gesellschaft als Ganzes. Schließlich beeinflusst sie den Arbeitsmarkt sowohl in seinem Gesamtgleichgewicht als auch in seinen beruflichen und qualifikationsspezifischen Teilarbeitsmärkten.

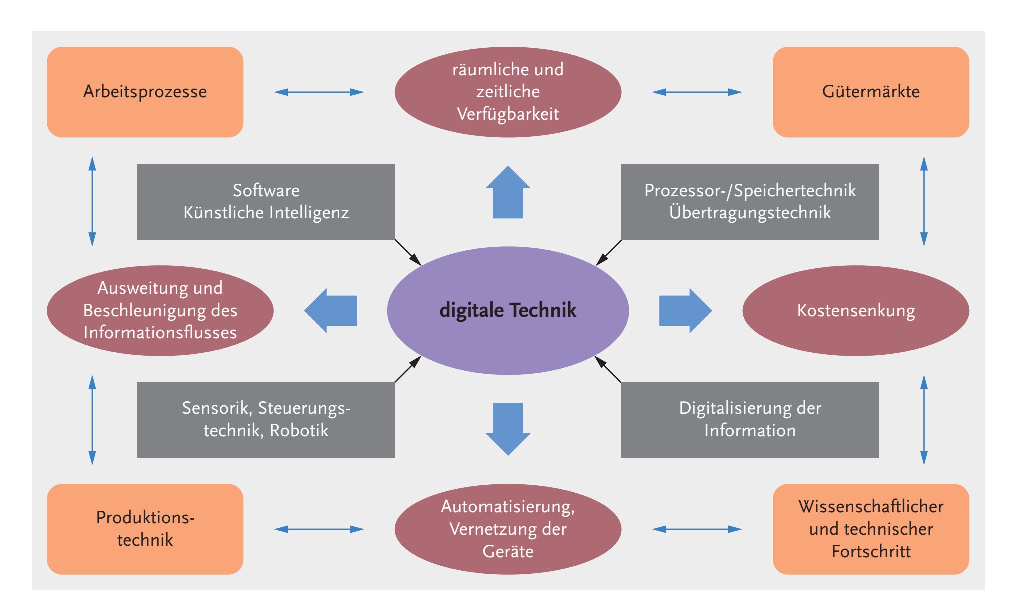


Abb. 19 Die ubiquitäre Wirkung der Informationstechnik

Quelle: Economix

3.1.2 Entwicklungsdeterminanten

Die Diffusion der digitalen Technik wird vor allem von zwei Faktoren vorangetrieben: dem außergewöhnlichen Tempo des technischen Fortschritts, das im sog. Moore'schen Gesetz seinen Ausdruck findet und in der Annäherung der Grenzkosten für die Verbreitung von Informationen an die Null-Linie. Beides trägt zur Erklärung der hohen Wachstumsraten der digitalen Wirtschaft und ihrer Omnipräsenz in der heutigen Welt bei.

Das Moore'sche Gesetz

Der Mitbegründer von Intel, Gordon Moore, sagte 1965 voraus, dass sich die Zahl der integrierten Schaltkreise im Verhältnis zu den Kosten der Mikroprozessoren in

den nächsten zehn Jahren jährlich verdoppeln werde (Moore 1965). Diese Vorhersage gilt im Prinzip noch heute. So hat sich die Leistungsfähigkeit von Supercomputern, gemessen in FLOPS[18], zwischen 1990 und 2012 in jedem Jahr verdoppelt, die Effizienz der Festplatten ist jährlich um 67 % gestiegen, und die Anzahl der Transistoren auf den Mikrochips ist immerhin um 47 % pro Jahr angestiegen (Brynjolfsson/McAfee 2014: 48).

Moore unterschätzte die Gültigkeitsdauer seiner These bei weitem. Brynjolfsson und McAfee (2014: 48) führen mehrere elektronische Komponenten auf, für die über Jahrzehnte stetiges exponentielles Wachstum beobachtet werden kann (Tabelle 9). Sie sind überzeugt, dass die Gültigkeit des Moore'schen Gesetzes ungebrochen ist und verweisen auf die jüngsten Computergenerationen (wie z. B. das iPad 2 oder die Sony PlayStation 3), deren Leistungen die Supercomputer von vor zehn Jahren übertreffen, die im Gegensatz zu ihren Vorgängern mit Kameras, Audioschnittstellen, Bildschirmen, WLAN, GPS-Empfängern usw. ausgestattet sind und die gleichzeitig nur einen Bruchteil kosten.[19]

Tab. 9 Leistungsfähigkeit elektronischer Komponenten

Komponente	Zeitraum	Durchschnittliche jährliche Wachstumsrate in %	Erwartete Vervielfachung bei halber Wachstumsrate 2015–30
Supercomputer FLOPS	1990–2012	99	153
Festplatten-Effizienz (Kilobytes/Dollar)	1987–2012	67	28
Transistoren/Mikrochip	1970–2012	47	9

Quelle: Brynjolfsson/McAfee (2014: 48), Economix

Als entscheidenden Treiber dieser Entwicklung sehen sie nicht allein die Technik als solche. Hinter ihrer Entwicklung steht die durch die Informationstechnik eröffnete Möglichkeit, die Kombinationen wissenschaftlicher und technischer Erkenntnisse exponentiell auszuweiten. Das weltweite Forschungs- und Entwicklungspersonal – dessen Zahl im Vergleich zur technischen Leistungsfähigkeit vermutlich nur langsam wächst – verfügt über mehr Information und schnellere Computer und kann damit eine immer größere Zahl von Lösungsmöglichkeiten testen. Damit steigt die Produktivität der Forscher und der wissenschaftliche Output nimmt zu, weil die

18 Floating Point Operations per Second.

19 Als Beispiel nennen sie den Supercomputer ASCI Red, der 1996 als schnellster Computer eine Rechengeschwindigkeit von 1,8 Teraflops erreichte und dessen Entwicklung 55 Millionen Dollar gekostet haben soll. Mit diesem Tempo rechnete 10 Jahre später die Sony PlayStation 3 und ihr Preis lag bei 500 Dollar.
Ähnliche Entwicklungen zeigen sich auch bei elektronischen Geräten, wie z. B. dem Zyklopen-Auge LIDAR, das in Googles autonomem Fahrzeug installiert ist. Dieses Auge erzeugt bei der Vermessung seiner Umwelt 1,3 Millionen Datenpunkte pro Sekunde und erstellt damit 3D-Bilder in Realzeit. Die ersten Versionen von LIDAR kosteten 35 Millionen Dollar, während das Gerät 2013 für 80.000 Dollar zu haben war (Brynjolffson/McAfee 2014: 49, 55).

Vielfalt der Denkansätze zunimmt. Dies erhöht die Wahrscheinlichkeit für das Auffinden von Verbesserung mit exponentiellen Raten (ebd.: 81).

Die Frage bleibt allerdings, ob es den Forschern und Entwicklern gelingt, die wachsende Informationsflut zu bewältigen. „Das Wachstum [so zitieren die beiden Autoren Romer] ist nicht vorbei, es wird nur durch unsere Unfähigkeit gebremst, all die neuen Ideen zu verarbeiten" (ebd.: 82). Dies bedeutet, dass auch in der digitalen Technik mit sinkenden Fortschrittsraten zu rechnen ist. Aber auch, wenn wir bis 2030 von einer Halbierung der technologischen Fortschrittsraten ausgehen, werden die in Tabelle 9 genannten Techniken hohe Zuwachsraten aufweisen: Die Supercomputer würden dann 2030 um das 153fache schneller sein – und mit ihnen möglicherweise die Tablets und Spielkonsolen. Die Festplatten werden sich um den Faktor 28 verbilligen, und die Mikrochips werden neunmal mehr Transistoren enthalten als 2015. Der Eindruck eines außergewöhnlichen Wachstumsphänomens wird sich dadurch nicht grundlegend ändern.

Dies ist dann eine andere digitale Welt, die man sich in ihrer Ausgestaltung heute kaum vorstellen kann. Sie ermöglicht exorbitante Leistungssteigerungen in der datenintensiven Sensorik, in der Reaktionsschnelligkeit von Real-Time-Anwendungen, im Umfang und in der Effizienz von Big Data-Analysen, bei der Wirklichkeitsnähe der Virtual Reality und in vielen anderen Bereichen der Informationstechnik. Bei solchen Fortschrittsraten steht fest, dass auch der heute nicht erfasste Teil unserer Lebens- und Arbeitswelt bis dahin von der digitalen Technik durchdrungen sein wird.

Null-Grenzkosten

Digitale Informationen sind durch zwei Merkmale gekennzeichnet:

- Sie können fast kostenlos weitergegeben werden, d. h. die Grenzkosten ihrer Verbreitung liegen nahe bei Null.
- Sie sind – einmal an die Öffentlichkeit gebracht – nicht-rivalisierende Güter, d. h. ihre Nutzung schließt andere nicht von der Nutzung aus.

Soweit die Nutzung nicht durch restriktive Schutzrechte oder Geheimhaltung beschränkt wird, machen diese Eigenschaften Information zu einem quasi öffentlichen Gut, dessen Gebrauch keine Konkurrenzbeziehung zwischen den Nutzern entstehen lässt. Damit entfällt eine wesentliche Preisdeterminante, der Wettbewerb der Nachfrager um die Nutzung eines Gutes. Gleichzeitig entfällt eine wesentliche Restriktion auf der Nachfrageseite, der mit steigender Nachfrage ansteigende Preis, der immer auch einen Teil der Nachfrager vom Konsum ausschließt. Information ist daher im Idealfall überall verfügbar, und zwar zu einem von der Nachfrage unabhängigen und sehr niedrigen Preis.

Die geringen Grenzkosten für die Erstellung der digitalen Information senken die sog. variablen Kosten für eine zusätzliche Produktionseinheit auf nahezu Null. Auf der Herstellerseite fallen fast nur Fixkosten an, und der durchschnittliche Herstellungspreis sinkt annähernd proportional mit der steigenden Zahl der Nachfrager.

Auch auf der Nutzerseite sind die Kosten für den Abruf und die eventuelle Speicherung vernachlässigbar. Ähnlich wie bei den Herstellern verschwinden die variablen Kosten (für den Erwerb einer digitalen Kopie) und es verbleiben nur die Fixkosten für den Erwerb und den Betrieb des Computers bzw. für die Anbindung ans Netz.

Diese beiden Eigenschaften haben die traditionellen Informationsmärkte kräftig durcheinandergewirbelt. Mit als erste war die Musikindustrie betroffen, später die Buch- und Zeitungsverlage und die Druckereien. Die alten, auf der Vermarktung physischer Kopien beruhenden Industrien sahen sich der gnadenlosen Konkurrenz der Online- und Streaming-Dienste ausgesetzt, die vor allem im Preis, aber auch in Bezug auf die Schnelligkeit der Weiterverbreitung nicht einzuholen waren. Es hat mehr als ein Jahrzehnt gedauert, bis sich das Verlagswesen auf die Bedingungen der elektronischen Informationsmärkte eingestellt hat, und ebenso lange, bis die Tauschbörsen die Existenz von Nutzungsrechten anerkannt haben (oder im Zuge gerichtlicher Verfahren anerkennen mussten). Heute bildet sich ein Modell heraus, das den Zugang zu den Informationsbörsen häufig durch Abonnements regelt. Die Kosten für Auf- und Ausbau der Informationsangebote werden durch Werbung (mit-)finanziert, und die Informationslieferanten, sprich, die Autoren und Künstler, sind an den Erträgen beteiligt. Dies ist dem Geschäftsmodell der analogen Verlagswelt nicht unähnlich – mit dem entscheidenden Unterschied, dass die elektronischen Informationsbörsen ein um ein Vielfaches größeres Angebot in Realzeit bereitstellen und eine wesentlich größere Reichweite unter den Nachfragern aufweisen.

Datenschutz versus Information als öffentliches Gut

Diese Beispiele verweisen auf den Antagonismus zwischen dem öffentlichen Charakter von Information und den Verwertungsinteressen der privaten und staatlichen Anbieter von Informationen. Die Konfliktlinie zieht sich von der Geheimhaltung behördlicher und unternehmenseigener Informationen über Copyrights und Patente bis hin zur informationellen Selbstbestimmung durch Individuen. Immer stehen die Schutzinteressen der Informationsinhaber dem Verfügungsanspruch der Nutzer gegenüber. Dabei war der Schutz der Information durch ihre Materialisierung auf Papier oder sonstige Informationsträger und durch den Kaufpreis auch nur teilweise gesichert. Die Entmaterialisierung von Information durch die digitale Speicherung hebt aber auch diesen Schutz weitgehend auf, und die niedrigen Verbreitungskosten tun ein Weiteres, um den öffentlichen Charakter von Information zu stärken. Es sehen sich also all jene in ihrer Position gefährdet, deren Handlungskonzept auf der „Geheimhaltung" von Information oder ihrer privaten Verwertung beruht. Mit zunehmender Digitalisierung wird der Informationsschutz zwangsläufig geschwächt.

Dem stehen aber auch Gewinne gegenüber, denn bei geringeren Kosten und höherer Fließgeschwindigkeit decken digitale Informationen den Informationsbedarf der Gesellschaft schneller, kostengünstiger und effizienter als dies in der analogen Welt möglich wäre. Der Zugang zur Information – und letztlich das Wissen um die Vorgänge in der Welt – ist so immer weniger eine Frage von Preis und Einkommen als zunehmend eine Frage von Bildung, Organisation und Zeit. Der Wissensstand einer

Gesellschaft steigt (bei gegebenem Bildungsstand) mit dem Volumen der (frei) verfügbaren Information und der Effizienz des Informationszugriffs. Aus dem Blickwinkel der Wissensökonomie wäre es daher nur konsequent, die Digitalisierung der Information voranzutreiben, die Verfügungsrechte auf ein notwendiges Minimum zu beschränken und die Effizienz der Informationsaufbereitung und -verarbeitung voranzutreiben. Mit der Beschränkung oder Beseitigung der Informationsmonopole verliert die Aussage „Wissen ist Macht" an Bedeutung, und die wohlfahrtsteigernden, gesamtgesellschaftlichen Effekte der Information können sich umso besser entfalten.

3.1.3 Wirtschaftliche Bedeutung

Der quasi-öffentliche Charakter von Information und die Grenzkosten nahe Null haben weitreichende ökonomische Konsequenzen:

- *Starke Economies of Scale*: Da die Stückkosten bei gegebenen Fixkosten und verschwindend geringen Grenzkosten annähernd umgekehrt proportional zur Zahl der Nutzer sinken, haben Anbieter mit vielen Nachfragern erhebliche Kosten-, Preis- und Renditevorteile. Dies wird durch die Netzwerkeffekte verstärkt, die auftreten, wenn Plattformen von der Interaktion der Nutzer profitieren. Ähnlich wie erst die steigende Zahl der Telefonanschlüsse das Telefonnetz attraktiv machte, steigt der Nutzen elektronischer Netze wie Facebook, Skype, WhatsApp oder LinkedIn mit der steigenden Zahl der Mitglieder eines solchen Dienstes.[20] Gleichzeitig erfordern wettbewerbsfähige Angebote z. T. hohe Investitionskosten für den Aufbau, die Pflege und die Weiterentwicklung von Datenbeständen und Software. Dies macht den Markteintritt für neue Anbieter schwer. In der informationstechnischen Industrie haben sich daher von Anfang an große, marktbeherrschende Unternehmen herausgebildet wie IBM, Microsoft und heute Google, Amazon oder Facebook.
- Die Digitalisierung sorgt im Gegenzug aber auch für eine *Senkung der Markteintrittsbarrieren*, denn sie erlaubt einer großen Zahl von Anbietern den Markzugang zu geringen Kosten. Die große Zahl von Anbietern auf den Handelsplattformen wie Amazon oder Ebay zeigt die Bedeutung dieses Faktors. Im Vergleich zum stationären Handel haben sie nicht nur relativ niedrige Anfangskosten für die Eröffnung ihres Online-Handels. Sie haben auch ein weltweites Absatzgebiet praktisch zu Null-Kosten. Damit bildet sich ein Gegengewicht zu den Economies of Scale. Großunternehmen können von den Kleinen schnell und erfolgreich angegriffen werden, weil die Informationen über alternative Angebote mit hoher Geschwindigkeit und praktisch kostenlos an die Interessenten fließen. Die marktbeherrschende Stellung der Großen ist daher ständig in Gefahr, und die Unternehmen konzentrieren sich darauf, die kleinen Kon-

20 Nach Metcalf's Law steigt der Nutzen eines Netzwerks mit der Zahl der möglichen Verbindungen, also etwa mit dem Quadrat seiner Teilnehmer. Dies setzt allerdings voraus, dass alle Verbindungen von allen Teilnehmern in gleicher Weise genutzt werden, stellt also einen Maximalwert für den Nutzen eines Netzwerks dar.

kurrenten aufzukaufen. Damit nimmt zwar die Marktdynamik zu, aber der Konzentrationsgrad wird nicht notwendigerweise gesenkt.

- Die Entstehung von *Open Source Plattformen* hängt ebenfalls mit den niedrigen Verbreitungskosten elektronischer Informationen und den Netzwerkeffekten zusammen. Sie haben sich zu einem wichtigen Faktor in der Digitalisierung entwickelt, wie das Online-Lexikon Wikipedia oder das Betriebssystem Linux zeigen. Hier erstellen die Nutzer die Inhalte mit dem Ziel, Information kostenlos zur Verfügung zu stellen und dafür Information kostenlos zu beziehen. Damit wurde der Realtausch von Informationen erfolgreich institutionalisiert und damit ein weiteres Gegengewicht zu den durch die Economies of Scale geschaffenen Großunternehmen gebildet. Der freiwillige und kostenlose Wissensaustausch wurde umso nützlicher, je größer die Informationsbestände und je besser und zuverlässiger die Qualität der Information wurde. Open Source Software und der freie Wissensaustausch hat damit nicht nur die Informationskosten auf der Seite der Nutzer deutlich gesenkt, sondern durch die Vernetzung der Teilnehmer auch wettbewerbsfähige Software und wertvolle Informationsdienste geschaffen. Der Verzicht auf die private Verwertung von Information hat damit entscheidende Beiträge zum wissenschaftlich-technischen Fortschritt geleistet.

Die Auswirkungen digitaler Information sind also in mehrfacher Hinsicht gegensätzlich. So fördert die Digitalisierung die Bildung von Großunternehmen, erleichtert aber gleichzeitig den Marktzutritt kleiner Unternehmen. Sie erweitert das Informationsangebot in bisher unvorstellbarem Ausmaß, lenkt das Interesse der Nutzer aber bisweilen auf wenige, populäre Angebote. Sie schwächt die Verwertungsposition vieler Informationsanbieter, stärkt aber die Verwertungsmöglichkeiten der wenigen Betreiber von Informationsplattformen. Dies führt im Zuge der weiteren Digitalisierung zu deutlichen strukturellen Veränderungen in Wirtschaft und Arbeitsmarkt, insbesondere zwischen digitalen und analogen Märkten. Vor allem aber führt die Digitalisierung zu kontinuierlichen Effizienz- und Produktivitätssteigerungen in fast allen Bereichen der Wirtschaft. Die Digitalisierung ist somit der Kern des heutigen wissenschaftlich-technischen Fortschritts.

Sinkende Hardwarepreise

Die hohen technischen Fortschrittsraten und die Grenzkosten nahe Null haben die Hardwarepreise in außergewöhnlichem Maße sinken lassen. Diese Besonderheiten der digitalen Technik haben die Diffusion stark vorangetrieben. In Abbildung 20 wird dies am Beispiel der Einfuhrpreise für Datenverarbeitungsgeräte, elektronische Bauelemente und Telekommunikationstechnik dargestellt.

Danach sind die Einfuhrpreise für Datenverarbeitungsgeräte und periphere Geräte bis 2014 auf ein Zehntel des Niveaus von 1995 gesunken. Die Einfuhrpreise von elektronischen Bauelementen liegen noch bei einem Fünftel der damaligen Preise, und die Telekommunikationstechnik kostet nur noch die Hälfte. Im gleichen Zeitraum sind die Einfuhrpreise für alle Importwaren um 24 % gestiegen. Diese enorme

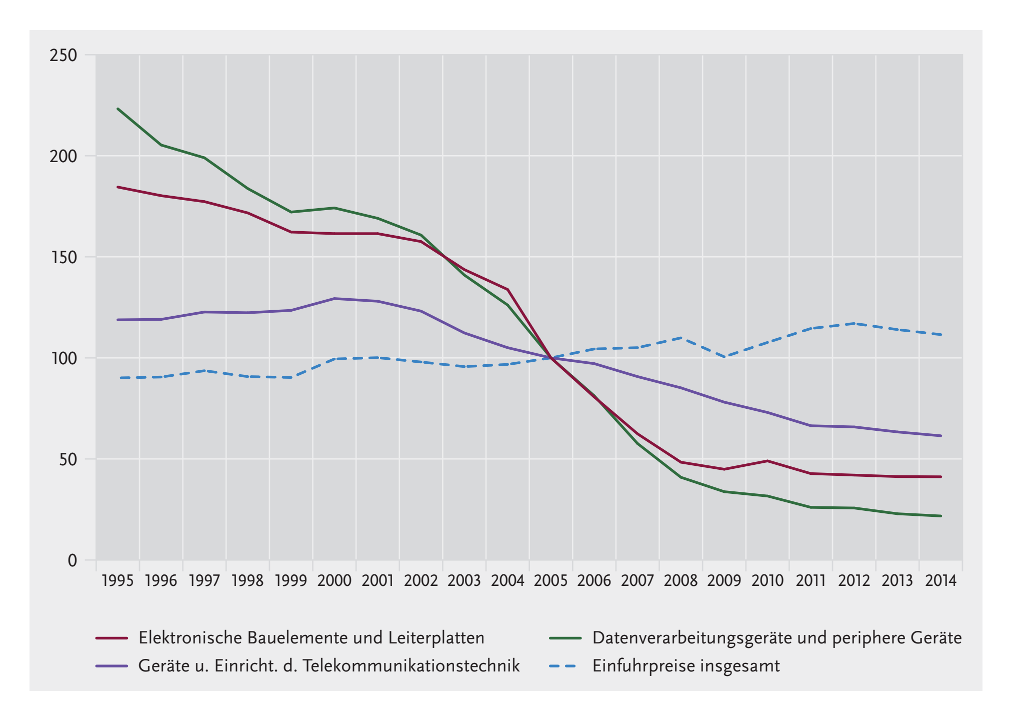


Abb. 20 Einfuhrpreise digitaler Güter
Deutsche Importe, 2005 = 100

Quelle: Statistisches Bundesamt (AS03)

Absenkung der absoluten und relativen Preise für IT-Produkte muss allein schon mit erheblichen Nachfrageeffekten verbunden gewesen sein. Umso stärker waren die Nachfragereaktionen durch die qualitativen und technischen Verbesserungen der IT-Güter, die gleichzeitig erreicht wurden.

3.1.4 Marktentwicklung, Produktion und Beschäftigung

Nachfrage nach IT-Produkten

Das Wachstum der inländischen Nachfrage nach IT-Gütern wurde in Deutschland nach 2005 fast ausschließlich von den Investitionen in Software und Datenbanken getragen, die mit der Revision der VGR 2014 Teil der Bruttoanlageinvestitionen sind (Abbildung 21). Der Befund ist allerdings verblüffend: Während das durchschnittliche Wachstum der nominellen Bruttoanlageinvestitionen seit 2005 bei 2,6 % pro Jahr lag, gingen die Investitionen in Datenverarbeitungsgeräte im Trend um durchschnittlich 1,5 % pro Jahr zurück, und die Ausgaben der privaten Haushalte für Information und Kommunikation stiegen um lediglich 0,6 % pro Jahr.[21] Diese Entwicklung ist maßgeblich durch die Preisentwicklung für IT-Produkte bedingt. Sie gibt darüber hinaus erste Hinweise, dass Software und Datenbanken für die IT-Märkte

21 Dabei handelt es sich um nominelle Werte, die die Preisrückgänge bei elektronischen Produkten beinhalten.

eine immer größere Rolle spielen. Die Investitionen in diesem Segment hatten 2014 einen Wert von 23,4 Milliarden Euro und waren damit fast gleich hoch wie die Investitionen in Datenverarbeitungsgeräte, elektronische und optische Geräte (26,6 Milliarden Euro).

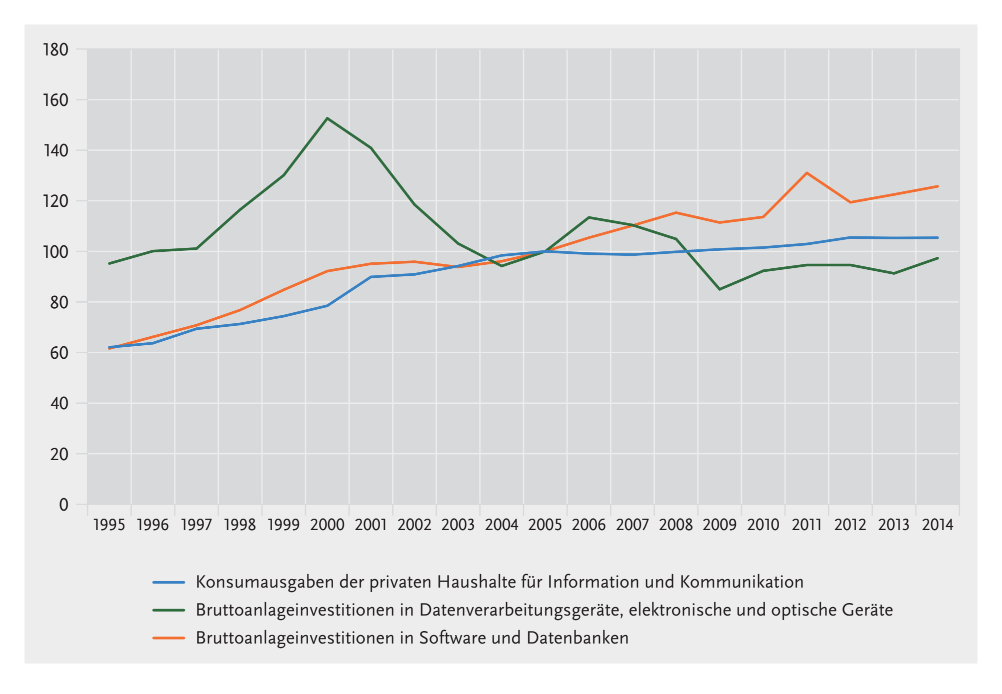


Abb. 21 Inländische Nachfrage nach IT-Geräten und Software
Werte in jeweiligen Preisen, 2005 = 100

Quelle: Statistisches Bundesamt, VGR (AS12)

Außenhandel mit IT-Produkten

Der deutsche Außenhandel mit IT-Produkten[22] ist seit Langem defizitär (Abbildung 22). Deutschland importiert mehr IT-Güter, als es exportiert. Dazu trägt insbesondere der Außenhandel mit Hardware bei (–19 Milliarden im Jahr 2014), während der Handel mit IT-Dienstleistungen einen Überschuss aufweist (+5 Milliarden Euro). Die Telekommunikationsdienste sind allerdings ebenfalls im Minus (–1 Milliarde Euro).

Der Außenhandel mit IT-Diensten hat sich nach 2000 kontinuierlich aus dem Defizit befreit und weist seit 2006 einen wachsenden Überschuss auf. Für IT-Hardware und elektronische Konsumgüter gilt hingegen das Gegenteil. Hier hat sich das Handelsdefizit nach dem kurzzeitigen Abbau bis 2004 wieder zunehmend vergrößert.

22 In der Abgrenzung von BITKOM zählen dazu Informations- und Kommunikationshardware, einschl. Consumer Electronics, Informations- und Kommunikationsdienstleistungen, Informationsdienste sowie Telekommunikationsdienste.

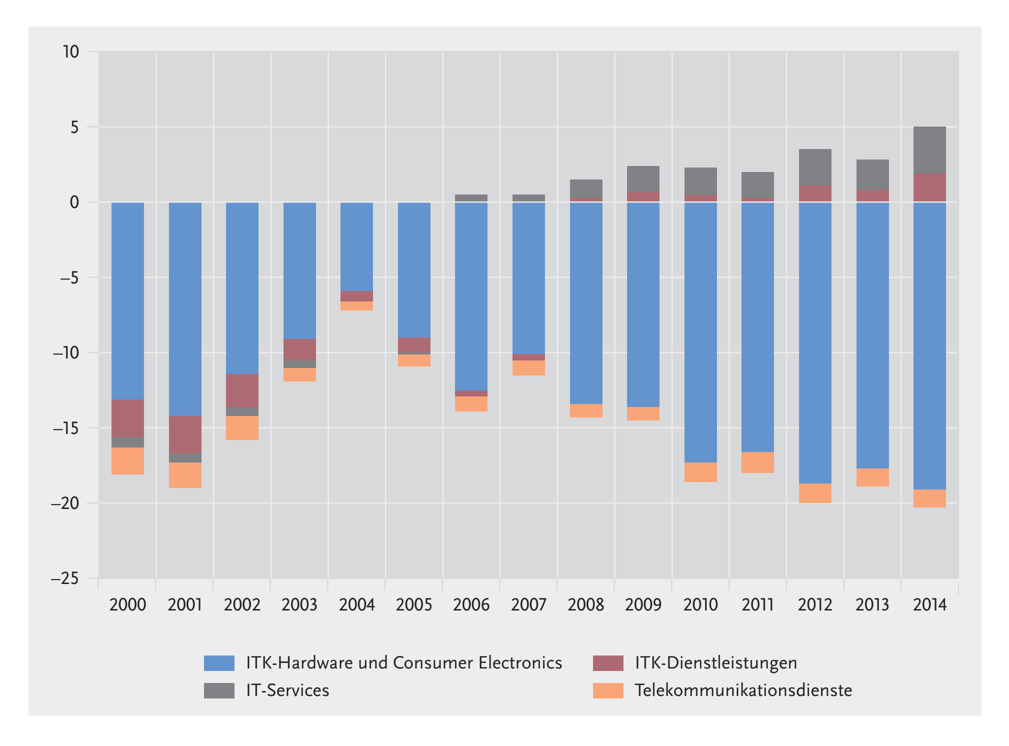


Abb. 22 Außenhandel mit IT-Produkten
Saldo von Exporten minus Importen; Deutschland; Milliarden Euro

Quelle: Bitkom, eigene Schätzungen (AS13)

Auf den internationalen Märkten sind die deutschen IT-Unternehmen also eher als Dienstleister denn als Hersteller erfolgreich.

Beschäftigung

Die schwache Wettbewerbsposition der deutschen IT-Hardware-Hersteller und der Telekommunikationsdienste zeigt sich auch in Produktion und Beschäftigung. Nach der Krise 2009 hat die nominelle Bruttowertschöpfung der IT-Gerätehersteller lange gebraucht, um sich wieder dem Vorkrisenniveau anzunähern. Noch schlimmer war es bei den Telekommunikationsdiensten, deren Wertschöpfung im Tempo von 3 % pro Jahr schrumpfte. Wachstumsimpulse kamen allein aus den IT-Dienstleistungen, die – unberührt von der Krise – jährliche Zuwachsraten von 6 % erreichen konnten.

Dies hat zu entsprechenden Beschäftigungsveränderungen geführt (Abbildung 23). In der Telekommunikation wurden 2013 36 % weniger Erwerbstätige gezählt als 2008. Bei den Herstellern von Datenverarbeitungsgeräten, elektronischen und optischen Geräten stagnierte die Beschäftigung in etwa auf dem Vorkrisenniveau. Nur die IT-Dienstleister haben die Beschäftigung stetig ausgeweitet, sodass die Zahl ihrer Erwerbstätigen 2013 um 13 % höher lag als 2008.

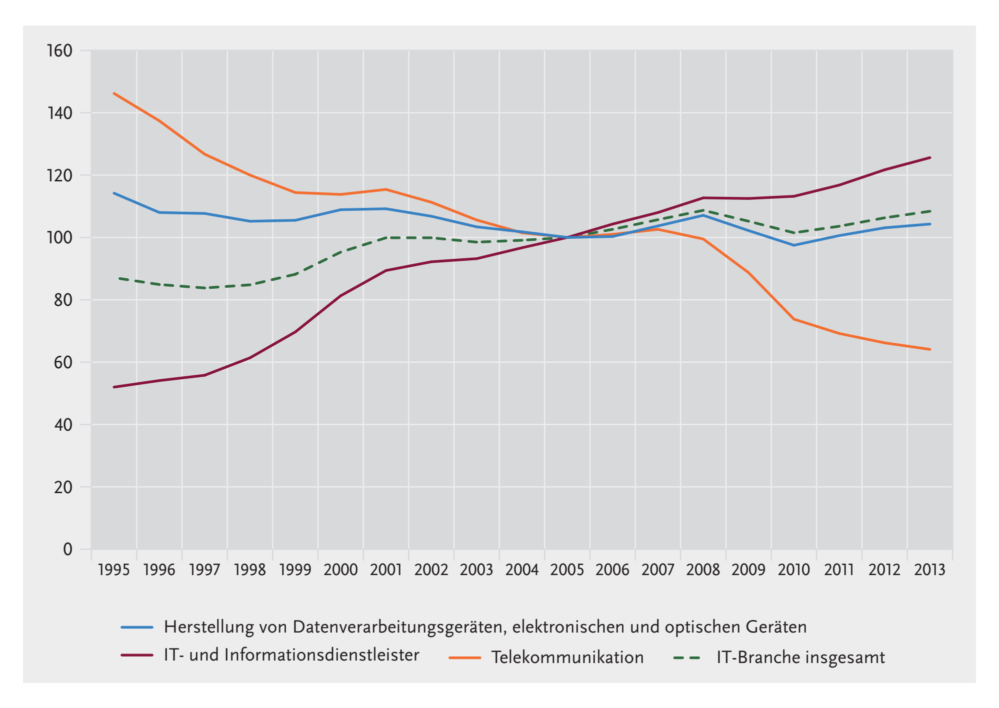


Abb. 23 Erwerbstätigkeit im IT-Sektor
Deutschland, 2005 = 100

Quelle: Statistisches Bundesamt, VGR (AS12)

Das Wachstum des deutschen IT-Sektors hat sich nach 2005 im Vergleich zur Periode 1995–2005 annähernd halbiert. Ebenso gingen die Beschäftigungszuwächse von durchschnittlich 1,4 % auf 0,9 % pro Jahr zurück. Wie die Daten zeigen, wuchs die Branche fast ausschließlich aufgrund der positiven Entwicklung der IT-Dienstleistungen, während die Herstellung von Hardware und die Telekommunikation eine schwache Wettbewerbsposition gegenüber den asiatischen Konkurrenten aufwies. In diesen Segmenten bestimmten steigende Importe das Bild.

Gegenwärtig ist keine Entwicklung erkennbar, die diese Trends umkehren könnte. Angesicht der großen Wettbewerbsvorteile der ausländischen – insbesondere chinesischen – Anbieter gibt es in Deutschland kaum eine Aussicht auf eine Wiederbelebung der Hardware-Industrie, zumal die chinesischen Konkurrenten immer größere Teile des Weltmarktes für sich gewinnen. Gleiches gilt für die Entwicklung von Spitzentechnologie und Software, die weitgehend in den Händen amerikanischer Unternehmen liegt. Ohne erhebliche Investitionen in Forschung und Entwicklung sowie eine grundlegende Änderung der Marktstrategie wird die deutsche IT-Branche daher auch in Zukunft eine Nischenstrategie verfolgen, die sich auf die Entwicklung hoch spezialisierter Geräte und Software konzentriert und im Übrigen für die Anwendung von IT-Konzepten und den Betrieb von IT-Systemen sorgt. Nennenswerte

Wachstums- und Beschäftigungsimpulse sind im Wesentlichen nur aus der Umsetzung der Industrie-4.0-Konzepte zu erwarten.

Produktivität und Wettbewerbsfähigkeit

Eine der großen Schwierigkeiten bei der Analyse und Prognose der Digitalisierungseffekte liegt im fehlenden Nachweis der Auswirkungen der digitalen Technik auf die Produktivität.[23] Dieses Manko scheint allerdings eher der Unzulänglichkeit der Messgrößen als der Wirkungslosigkeit der digitalen Technik geschuldet zu sein. Wie in Anhang 2 näher ausgeführt, hat dies drei Gründe:

- Der „physische" Einsatz digitaler Technik bleibt verborgen, da die üblicherweise verwendeten preisbereinigten Zeitreihen kein Abbild der „Mengenwelt" darstellen.
- In den Produktivitätsschätzungen wird der Kapitaleinsatz für digitale Technik überschätzt und die Produktivitätsentwicklung in Bezug auf den Faktor Arbeit in der Folge unterschätzt. Dies liegt daran, dass die Preise vieler IT-Güter sinken und die preisbereinigten Zeitreihen damit eine „reale" Ausweitung signalisieren, die – zum Zeitpunkt des Kaufes – gar nicht stattgefunden hat.[24]
- Die Qualität der Produkte bleibt unsichtbar. Soweit die Unternehmen digitale Technik vorwiegend einsetzen, um die Qualität ihrer Produkte zu verbessern, ist der Wachstumseffekt – bei gleicher Absatzmenge und gleichem Preis – gleich Null, und die „wahre" Produktivität wird unterschätzt.

Es ist daher nicht erstaunlich, dass in den vielen Studien zu den Produktivitätseffekten der digitalen Technik keine eindeutigen Belege für ihre positiven Auswirkungen gefunden wurden (Bertschek et al. 2016: 64). Meist lassen sich die Effekte nur in den IT-Industrien erkennen. Dies sollte aber nicht dazu verleiten, von der Wirkungslosigkeit der digitalen Technik auszugehen. Vielmehr gilt die umgekehrte Sichtweise: Auch, wenn produktivitätssteigernde Effekte der Digitalisierung nicht nachweisbar sind, spricht die Realität eine klare Sprache. Digitale Technik findet sich überall, in den Produkten, in der Produktion, in der Arbeitswelt, im Konsum – und dies nicht ohne Grund. Würden Wettbewerber auf die Digitalisierung verzichten, hätten sie mit klaren Wettbewerbsnachteilen zu rechnen. Dies würde sich negativ auf Innovation, Wachstum und Beschäftigung auswirken. Die weitgehende Diffusion der digitalen Technik ist daher für sich genommen schon ein Indiz für ihre Wirksamkeit, denn mit einer „L'art pour l'art-Präferenz" hat dies nichts zu tun – das Problem ist nur der statistische Wirkungsnachweis.

23 Robert Solow hat dies so ausgedrückt: „We see the computer age everywhere, except in the productivity statistics." (1987).

24 Für einen kleinen Teil der elektronischen Güter verwendet das Statistische Bundesamt die sog. hedonische Preisbereinigung, bei der Qualitätsänderungen aus den Preisveränderungen herausgerechnet werden.

3.2 Zukunftslinien der digitalen Technologie

3.2.1 Entwicklung der Telekommunikation

Datenvolumen

Das Internet hat in Deutschland ein rasantes Wachstum erlebt. Seit 2001 ist das über das Festnetz übertragene Datenvolumen jährlich um 55 % gewachsen (Abbildung 24). Das mobile Internet wuchs mit jährlich 117 % sogar mehr als doppelt so schnell, blieb aber im Vergleich zum Festnetz von geringerer Bedeutung. Damit entwickelte sich das Internet in Deutschland schneller als in den USA, wo das Festnetz-Datenvolumen nach Angaben des Cisco Visual Networking Index (2015) um 40 % pro Jahr stieg. 2014 gab es in Deutschland 29,6 Millionen Breitbandanschlüsse, zum Großteil mit einer maximalen Übertragungsrate von 30 Megabit pro Sekunde. Im mobilen Internet wurden Ende 2014 5,4 Megabit pro Sekunde erreicht (Bertschek et al. 2016: 2). In Ländern wie Südkorea, Hong Kong und Japan waren die Übertragungsgeschwindigkeiten mindestens doppelt so schnell.

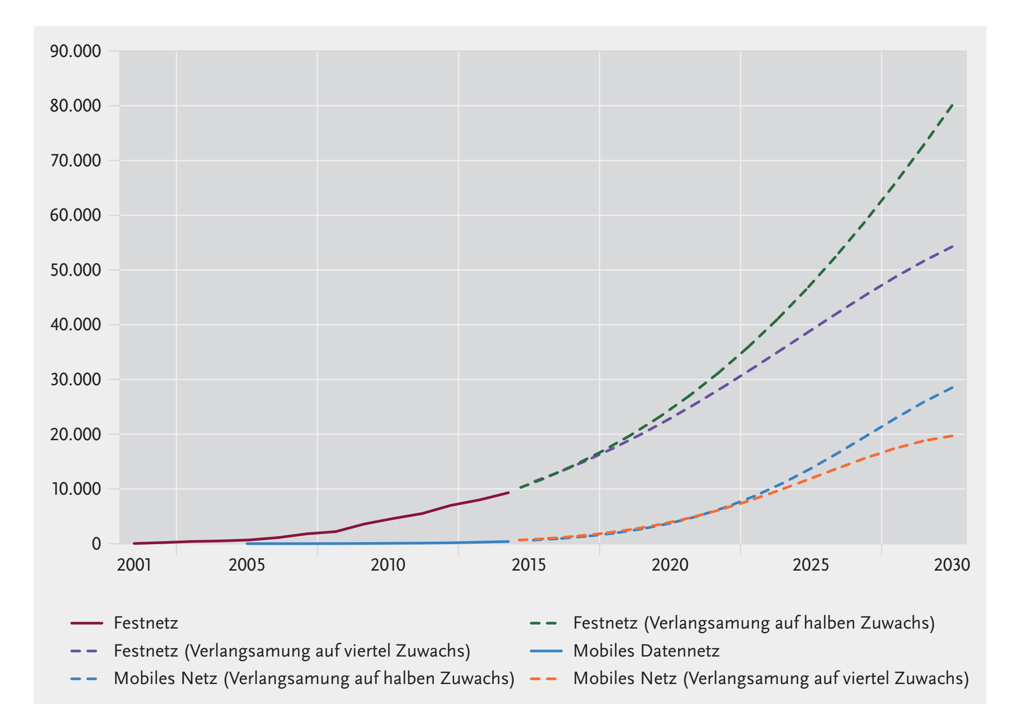


Abb. 24 Internet-Datenvolumen in Deutschland
Petabyte pro Jahr

Quelle: Bundesnetzagentur (2015); Economix (AS02)

Für die Prognoseperiode 2015–30 ist davon auszugehen, dass das Wachstum des Datentransfervolumens stark bleiben wird. Dafür spricht, dass

- die Entwicklung von Industrie 4.0 erst am Anfang steht, sich aber in der Zeitperiode immer stärker durchsetzen wird,
- die Medien, insbesondere Fernsehen, Rundfunk, Film sowie die Zeitungs- und Buchverlage auf die Verbreitung durch das Internet umstellen werden,
- das Internet sich zur wichtigsten Informationsbörse entwickeln wird, mit starker Ausweitung des gewerblichen, privaten und öffentlichen Informationstransfers,
- der Umfang der erfassten und gespeicherten Daten mit dem Vordringen der Informationstechnik in immer mehr Arbeits- und Lebensbereiche stark anwachsen wird. Beispiele dafür sind die laufende Erfassung von Verkehrsdaten, von Handels- und Finanzdaten und letztlich des größten Teils des menschlichen Wissens, das heute noch in Büchern steckt.

Die Attraktivität des Internets wird mit dem Anwachsen der Datenbestände und der Verbesserung der Rechercheinstrumente weiter steigen. Nicht nur die Zahl der Internet-User wird größer werden, sondern die Zeiten, die die Menschen im Internet verbringen, werden länger. Der zuletzt gemessene Durchschnitt von 3,5 Stunden pro Woche lässt noch erheblichen Spielraum für eine Ausweitung zu.

Wir rechnen daher in unseren Prognosen damit, dass das Internet-Datenvolumen weiterhin stark ansteigen wird (Abbildung 24). Allerdings wird sich das Wachstum abflachen.[25] Geht man davon aus, dass sich das Wachstum halbieren wird, ergibt sich bis 2030 eine Verachtfachung des im Festnetz transferierten Datenvolumens auf 80.000 Petabyte pro Jahr. Sinkt das Wachstum auf ein Viertel der bisherigen Zuwächse, ist für 2030 das Fünffache an Datentransfer zu erwarten. Noch stärker werden die Zuwächse im mobilen Netz sein.

Telekommunikationsmärkte

Die Telekommunikation ist eine Branche, in der die Entwicklungen von Nachfrage, Wertschöpfung und Beschäftigung weit auseinanderliegen. Dies liegt am starken Preisrückgang, der mit der Liberalisierung der Telekommunikationsmärkte und dem hohen Tempo des technologischen Wandels einhergeht. Grundlage der Preissenkungen ist der Produktivitätsfortschritt, der auch durch die hohe Wettbewerbsintensität dieser Branche vorangetrieben wurde. In der Periode 2005–14 betrug er im Jahresdurchschnitt 12 %, und wir erwarten für die Prognoseperiode 2014–30 nur eine mäßige Abschwächung auf etwa 8 % pro Jahr. Für die Beschäftigung bleibt daher vom starken Nachfragewachstum nichts übrig – sie wird bis 2030 jährlich um 2 % sinken.

25 Die Wachstumsverlangsamung ergibt sich aus dem Basiseffekt, da die Bezugsbasis der Wachstumsraten stetig wächst, und dem Wachstumseffekt, da die Präferenz für weitere Zuwächse im Zeitablauf abnimmt bzw. die Kosten steigen. Cisco geht in seinen Prognosen bis 2019 von einer Verlangsamung des Wachstums aus. Im Zeitraum von fünf Jahren geht die Zuwachsrate des Datentransfers in Westeuropa danach um etwa ein Drittel zurück (Cisco Visual Networking Index 2015 und 2008).

Die Telekommunikation ist typisch für die digitalen Industrien, in denen die Effizienzgewinne über den starken Preis- und Qualitätswettbewerb in Form von billigeren und besseren Produkten an die Nachfrager weitergegeben werden. Die direkten Wachstums- und Beschäftigungseffekte dieser Industrien bleiben im Vergleich dazu gering. Die Vorteile liegen vielmehr bei den Nachfragern, sei es in Form von Qualitätsverbesserungen, Effizienzgewinnen der Unternehmen oder in Form von Wohlfahrtsgewinnen der privaten Nutzer.

Investitionen

Das Nachfragewachstum erfordert hohe Investitionen im Telekommunikationssektor. Gegenwärtig werden etwa 7 Mrd. Euro pro Jahr für neue Anlagen ausgegeben. Dies wird allerdings nicht ausreichen, um die Nachfrage zu decken. Auch wenn man unterstellt, dass der Investitionsbedarf je zusätzlich bereitgestelltem Petabyte Übertragungskapazität (gegenwärtig 6,5 Mio. Euro) durch effiziente Technologie bis 2030 auf ein Drittel gesenkt werden kann[26], werden in der Spitze bis zu 27 Mrd. Euro pro Jahr benötigt. Erst wenn die effizienteren Technologien großflächig zur Verfügung stehen, geht der Investitionsbedarf wieder zurück. Nach unseren Einschätzungen kann dies in der zweiten Hälfte der 2020er Jahre der Fall sein. Die Investitionsquote des Telekommunikationssektors (Bruttoanlageinvestitionen in Relation zur nominalen Bruttowertschöpfung) wird bis dann auf einen Maximalwert von etwa 66 % ansteigen.

Die Telekommunikation steht damit vor einem gewaltigen Investitionsprogramm, das eine Verdoppelung bis Verdreifachung des gegenwärtigen Investitionsvolumens erfordert. Ein flacherer Verlauf des Investitionsaufwands für den Ausbau der Breitband- und Mobilnetze wäre vor allem durch die Beschleunigung der technischen Entwicklung in der Übertragungstechnik zu erreichen. Würde es gelingen, die Kosten für die Übertragungstechnik bereits bis 2020 auf die Hälfte zu senken, könnte der Investitionsaufwand in der Spitze auf 20 Mrd. Euro begrenzt werden. Damit zeigt sich das Tempo des technischen Fortschritts als entscheidende Stellgröße, nicht nur für die Qualität und Effizienz, sondern für den Investitionsaufwand, der im Zuge der technischen Evolution zu leisten ist.[27]

3.2.2 Industrie 4.0 und die Zukunft der Automaten

Das Konzept von Industrie 4.0

Die Vision der vollautomatischen Produktion wird gegenwärtig von vielen Ideen beflügelt:

- *Fortgeschrittene Robotik:* Weiterentwicklung der heutigen Industrieroboter zu vernetzten, erkennenden und logisch handelnden Maschinen.

26 Bertschek et al. zitieren die Boston Consulting Group, die beim Übergang von der 3. zur 4. Generation der Übertragungstechnik (mit Datenraten bis zu einem Gigabit) Kostensenkungen um 67 % erwarten (2016: 17).

27 Aus diesem Blickwinkel wären die fünf Milliarden Euro, die bei der letzten Versteigerung von Mobilfunklizenzen erlöst wurden, am besten in Forschung und Entwicklung auf dem Gebiet der Übertragungstechnik angelegt.

- *Additive Fertigungsverfahren:* Werkzeuglose Herstellung von Bauteilen durch schichtweisen Aufbau oder Laser-Härtung von Materialien.
- *Autonomes Fahren:* Entwicklung fahrerloser Fahrzeuge.

Dahinter stehen große Erwartungen im Hinblick auf die technische Weiterentwicklung der Sensorik, der visuellen Wahrnehmung und vor allem der künstlichen Intelligenz. Der Preis der Sensoren soll sich – dem Moore'schen Gesetz folgend – stark verbilligen und ihre Zahl sich damit vervielfachen. Die Bildanalyse und die virtuelle Darstellung sollen sich stark verbessern und so die Grundlage für den sich unabhängig im Raum bewegenden Roboter (bzw. das selbststeuernde Fahrzeug) legen. Die Entscheidungslogik der Computer und Roboter soll unter Verwendung eines wachsenden Informationsinputs und den Methoden der künstlichen Intelligenz an Komplexität gewinnen und der Vorgehensweise des menschlichen Denkens angepasst werden.

Gemeinsam formen diese Technologien das Konzept von „Industrie 4.0". Im Gegensatz zu den vorherrschenden, zentral organisierten Produktionssystemen, die ihre Effizienz durch die Standardisierung der Produkte und Produktionsabläufe erreichen, sollen dezentrale und flexible Systeme entstehen, in denen „intelligente" Produkte und Maschinen interagieren und den Produktionsablauf dezentral steuern. Der Schlüssel dazu ist die Kommunikation von Waren und Maschinen über das Internet bzw. unternehmensinterne Kommunikationsserver (Cyber-Physical-Systems) und die Steuerung der Produktion über sog. Manufacturing Execution Systems, d. h. Softwaresysteme, die die Kontrolle über Produktion und Leistungserbringung ausüben (Scheer 2014).

Die Idee der vollautomatischen Fabrikation ist allerdings noch in weiter Ferne, und im Laufe unseres Prognosezeitraums werden nur Teilerfolge erzielt werden (Dworschak/Zaiser 2016). Nach Zahlen von 2015 dachte kaum mehr als ein Fünftel der Großunternehmen über Industrie-4.0-Projekte nach (Bertschek et al. 2016). Dennoch zeigt sich in diesen Plänen die Absicht zu einem radikalen Umbau der Produktion.

Neben allen technischen Voraussetzungen ist Industrie 4.0 vor allem eine Herausforderung für Software und Kommunikationssysteme. Es fallen riesige Datenmengen an, wenn sich das Material „den Weg durch die Fabrik" suchen soll, der Zustand der Maschinen beobachtet[28], Fehler erkannt, die Qualität der erzeugten Produkte kontrolliert und die Lager- und Versandvorgänge registriert werden sollen. Es bedarf einer Vielzahl intelligenter Softwarecodes, die diese Daten analysieren, richtige Schlüsse ziehen und Signale senden. Die Software und die Normierung der Kommunikationsschnittstellen ist daher der entscheidende Faktor. Dafür sind mehr als 50 % des Investitionswerts eines heutigen Industrie-4.0-Projekts aufzuwenden

28 Um eine Produktionsmaschine zu beobachten sind nach Scheer (2014) 200 Messpunkte notwendig, die in Realzeit gemessen werden.

(Beigl 2014). Gleichzeitig ist die Dezentralisierung der Systeme ein wichtiger Ansatzpunkt, um die steigende Komplexität zu bewältigen.

Von Industrie 4.0 versprechen sich die Strategen vor allem:
- höhere Flexibilität der Produktionsabläufe, eine bessere Auslastung der Produktionskapazitäten und geringerer Umstellungsaufwand bei Serienwechsel,
- Kontrolle der Produktionsvorgänge in Realzeit und dadurch Verbesserungen der Präzision, des Materialverbrauchs, der Qualität und der Fehlererkennung,
- bessere Kundenorientierung durch kleinere Serien oder individuelle Fertigung.

Dies ist ein auf Effizienzsteigerung angelegter Technologiewandel, der in erster Linie auf Einsparung menschlicher Arbeit, Energie und Materialien abzielt. Die höhere Präzision in der automatischen Fertigung verringert den Ausschuss, die Zeitersparnis verkürzt die Lieferfristen, und die Ausdehnung der Laufzeiten verbessert die Auslastung des Produktionsapparats. Allerdings kann Deutschland als weltweit führender Investitionsgüterlieferant von diesem Technologiewandel erhebliche Nachfrageeffekte erwarten. Mehr noch: Verliert Deutschland den Anschluss an diese technologische Entwicklung, erscheinen die Investitionsgüterhersteller in diesem Lande hochgradig gefährdet.

Entwicklungspotenziale

Noch steht Industrie 4.0 am Beginn seiner Entwicklung, befindet sich eher in der Planungs- als in der Umsetzungsphase. Zwar wächst die Produktion von Industrierobotern in Deutschland mit Raten zwischen 5 und 7 % pro Jahr, doch im Vergleich zu anderen Teilen der digitalen Industrien sind dies sehr verhaltene Zuwachsraten. Optimistische Prognosen gehen davon aus, dass anwendungsreife Produkte bis 2020 vorliegen werden (Dworschak/Zaiser 2016). Der grundlegende Umbau der industriellen Fertigung, den Industrie 4.0 voraussetzt, die geringe Entwicklungsreife der Robotertechnik und die bislang zurückhaltenden Planungen in den Anwenderbranchen lassen jedoch eine längere Einführungsphase vermuten. Eine breite Anwendung, in der etwa ein Drittel der Industrieunternehmen solche Konzepte anwendet, ist nicht vor 2030 zu erwarten. Dafür spricht auch, dass die Investitionen in Industrie 4.0 bis 2020 nur auf 2,5 % der Bruttoanlageinvestitionen steigen werden (Bertschek et al. 2016: 48).

In den Herstellerbranchen von Industrie 4.0, in erster Linie im Maschinenbau und in der Softwareindustrie, wird die Entwicklung schneller laufen. Hier ist schon bis 2020 zu erwarten, dass Forschung und Entwicklung nennenswert erhöht und Investitionen ausgeweitet werden. Erste Markterfolge werden sich einstellen und das Umsatzwachstum beschleunigen. Gleichzeitig werden die Konzepte in diesen Branchen als erstes getestet. Die Produktivitätseffekte werden in diesen Branchen früher auftreten als in anderen.

Allerdings steht die deutsche Industrie hier nicht allein. Insbesondere Japan hat sich eine führende Stellung in der Entwicklung der Robotertechnik erarbeitet. Aber auch die Schweiz, die USA und China sind starke Wettbewerber. Die Konkurrenten kom-

men auch nicht allein aus dem Maschinenbau, sondern die Softwareindustrie – allen voran Google – haben Industrie 4.0 ins Visier genommen. Dabei droht nicht nur direkte Konkurrenz bei der Herstellung der Investitionsgüter, sondern eine verstärkte Abhängigkeit im Softwarebereich, bei Betriebssystemen, Kommunikationssoftware und Anwendungen. Für die deutsche Investitionsgüterindustrie dürften die Bäume daher nicht in den Himmel wachsen. Nur bei einer massiven Entwicklungsinitiative – vor allem im Softwarebereich – dürfte es der deutschen Industrie gelingen, ihren Marktanteil am weltweiten Industrie-4.0-Markt zu erhöhen. Wahrscheinlicher ist hingegen ein eher sinkender Marktanteil oder allenfalls ein Mithalten mit den anderen Wettbewerbern. Große Teile der Hardware-Produktion dürften darüber hinaus in den asiatischen Ländern, insbesondere China, erfolgen. Die deutsche Industrie wird eher den ingenieurtechnischen und organisatorischen Teil übernehmen.

Erste Modellrechnung

Geht man davon aus, dass Industrie-4.0-Konzepte im Verarbeitenden Gewerbe zunehmend angewandt werden und auf diese Weise bis 2030 die Hälfte der Beschäftigten in Fertigungsberufen durch automatisierte Produktionsanlagen ersetzen, gehen in diesen Berufen schätzungsweise 950.000 Jobs verloren (13 % der Beschäftigten) und der Anteil der Fertigungsberufe an der Beschäftigung des Verarbeitenden Gewerbes sinkt auf 45 % (Tabelle 10). Demgegenüber wären zusätzliche Beschäftigte in den Ingenieur- und Managementberufen notwendig, deren Zahl aber vermutlich nicht mehr als ein Viertel der freigesetzten Arbeitskräfte in Fertigungsberufen umfasst. Der Nettoverlust an Beschäftigung im Verarbeitenden Gewerbe läge also in der Größenordnung von 700.000 Beschäftigten. Damit könnte von Industrie 4.0 ein nennenswerter Freisetzungseffekt ausgehen, der aber gleichzeitig zur Minderung des Fachkräftemangels an anderer Stelle beiträgt.

Dabei ist noch nicht berücksichtigt, welche Nachfrage- und Produktionseffekte von Industrie 4.0 ausgehen. Wenn man den Zeitraum 2000–14 anhand der verfügbaren Indikatoren beobachtet, wuchs die nominelle Bruttowertschöpfung im Verarbeitenden Gewerbe bei einem durchschnittlichen Produktivitätsanstieg von 2,4 % pro Jahr um jährlich 2,1 %. Die regressionsanalytisch geschätzte Elastizität des Wachstums der Bruttowertschöpfung in Bezug auf das Wachstum der Produktivität je Erwerbstätigen lag bei 0,93. Überträgt man dies auf den durch Industrie 4.0 ausgelösten Produktivitätsanstieg von 11 % bis 2030, dürfte die Wertschöpfung im Verarbeitenden Gewerbe um 9 % wachsen und die Beschäftigung um 3 % sinken. Industrie 4.0 führt unter diesen Annahmen zu einem Nettoverlust von 200.000 Arbeitsplätzen im Verarbeitenden Gewerbe. Gleichzeitig ergeben sich positive Beschäftigungseffekte in den technischen und wissenschaftlichen Unternehmensdiensten.

Tab. 10 Berufsstruktur im Verarbeitenden Gewerbe
Anteil an den Beschäftigten in %

	Ferti-gungs-berufe	Ingenieur-berufe	Handels- und Verkehrs-berufe	Verwal-tungs-berufe	Manage-ment-berufe	Sonstige Berufe	Summe
1995	58,8	10,8	10,2	12,4	3,2	4,7	100,0
2005	56,0	12,8	11,9	12,3	3,6	3,4	100,0
2012	54,0	13,3	11,9	12,0	5,3	3,4	100,0
2030*	45,1	17,5	13,2	13,4	7,0	3,8	100,0
(*) hypothetische Fortschreibung							

Quelle: Economix (Prognose 2016, AS10)

3.2.3 Informationsplattformen und die Aufweichung der Marktgrenzen

Das Internet hat eine Vielzahl von Plattformen für den Informationsaustausch hervorgebracht, die der Recherche, dem Handel, dem Medienaustausch, der Personalvermittlung, dem Finanzhandel, als soziale Netzwerke und für viele andere Zwecke dienen. Die bekanntesten Plattformen sind Google, Amazon, Ebay, Facebook, Twitter, um nur einige wenige zu nennen. Die meisten von ihnen haben ein außergewöhnliches Wachstum erlebt, denn sie sind die Knotenpunkte im digitalen Netz. Google wurde 1998 gegründet und hatte 2014 über 2 Billionen Suchanfragen pro Jahr, einen Umsatz von 66 Mrd. USD und 54.000 Mitarbeiter (Abbildung 25). Ähnliche raketenartige Aufstiege haben auch andere Plattformen erreicht, sodass sich die bekannteste deutsche Internetfirma „Rocket Internet“ nennt, eine Investmentfirma, die an unterschiedlichen Plattformen beteiligt ist. Ihr Börsenwert lag Ende 2014 bei 6,7 Mrd. Euro.

Die außergewöhnliche Entwicklung dieser Informationsplattformen beruht auf den positiven Nutzereffekten sowohl für die Informationslieferanten als auch für die -suchenden. Die niedrigen Kosten für die Verbreitung von Informationen haben die Markteintrittsbarrieren deutlich gesenkt und das potenzielle Marktvolumen stark ausgeweitet. Dazu hat vor allem beigetragen, dass die Kosten für das Auffinden von Information erheblich gesunken sind[29] und gleichzeitig das für die Recherche zur Verfügung stehende Informationsvolumen stark gewachsen ist.

Grundlage dieses Erfolgs sind ein umfassender Datenbestand und effiziente Suchalgorithmen. Damit kommen Netzwerkeffekte zum Tragen, die Plattformbetreiber mit großen Datenbeständen und einer großen Zahl von Teilnehmern begünstigen. Diese Netzwerkeffekte haben zur starken Konzentration auf der Betreiberseite geführt. Gleichzeitig hatte es zur Folge, dass die Informationsplattformen ihre Dienste – mit Blick auf große Nutzerzahlen – meist kostenlos bereitstellen und sich über die Informationsanbieter bzw. über Werbeeinnahmen finanzieren (Levin 2011).

29 Nach Berechnungen von Varian (2011) erspart jede Google-Suche 15 Minuten Suchzeit im Vergleich zu einer gleichartigen (erfolgreichen) Suche in einer Bibliothek.

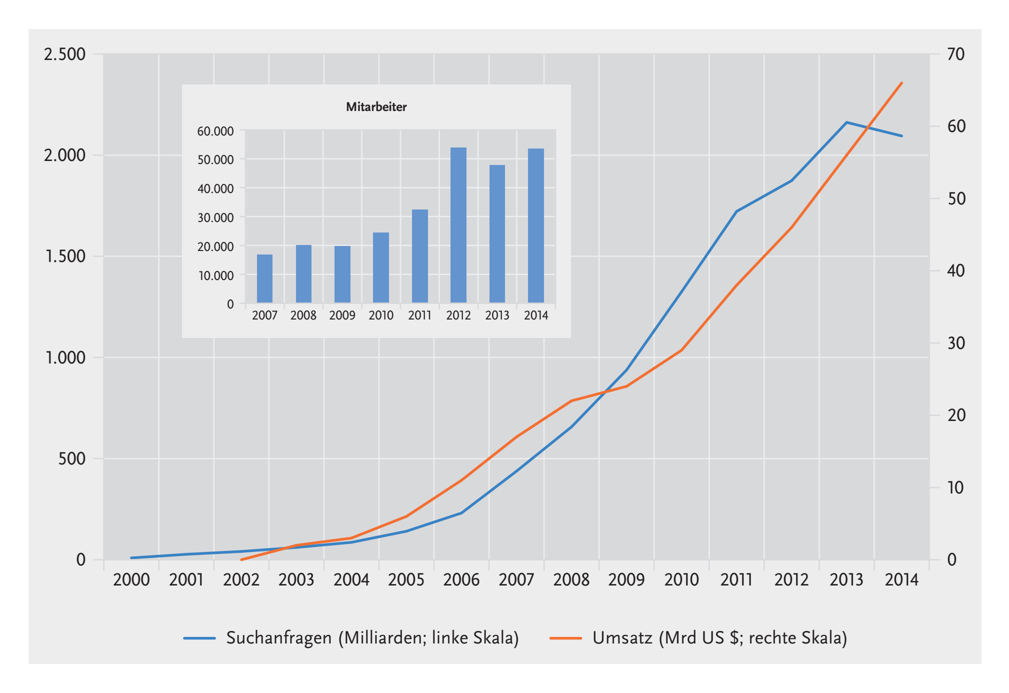


Abb. 25 Beispiel Google: Suchanfragen, Umsatz und Anzahl der Mitarbeiter

Quelle: Unternehmensangaben (AS09)

Für den Unternehmensbereich haben die Plattformen die Marktzugangskosten gesenkt und damit die Zahl der Anbieter von Waren und Dienstleistungen erhöht. Dies hat in einer Reihe von Branchen zu steigendem Wettbewerb zwischen bestehenden Unternehmen und den neu eintretenden, meist kleinen, gelegentlich auch branchenfremden Anbietern geführt, so z. B. in den Bereichen

- *Einzelhandel:* Hier erzielte Amazon 2014 gemeinsam mit 2 Millionen Händlern einen Jahresumsatz von 89 Mrd. USD (Deutschland: 12 Mrd. USD). Der Anteil des Online-Handels in Deutschland betrug 2014 11 %. Die Branche geht von stark steigenden Umsatzanteilen aus.[30] Ebay soll über 276 Millionen angemeldete Mitglieder weltweit verfügen, die online Waren kaufen oder verkaufen. Der Jahresumsatz stieg bis 2014 auf 17,9 Mrd. USD – seit 2004 ein Zuwachs von jährlich 18 %.
- *Audiovisuelle Medien:* Musik- und Videoplattformen haben weltweit starke Umsatzzuwächse von 30 % pro Jahr verzeichnet, während die Umsätze der Musikindustrie um 4 % pro Jahr schrumpften.[31] Der Marktanteil der Online-Musikbörsen in Deutschland lag 2014 bei 17 %. Dies hat zu einer Krise im traditionellen Musikgeschäft geführt, gleichzeitig aber Musiker und Autoren von den Musikverlagen unabhängiger gemacht.

30 Bundesverband eCommerce und Versandhandel.

31 http://www.ifpi.org/facts-and-stats.php.

- *Zeitungs- und Buchverlage:* Die Auflagen der deutschen Zeitungen sind 2008–14 um 1,3 % pro Jahr zurückgegangen, die Werbeumsätze um 5 %. Gleichzeitig haben die Online-Plattformen einen wachsenden Teil des Werbemarktes an sich gezogen: 2014 lag ihr Anteil am gesamten deutschen Werbemarkt bei 11 %.
- *Branchenspezifische Handelsplattformen:* z. B. für das Reise-, Hotel- und Gaststättengewerbe, das Handwerk und die Vielzahl an B2B-Plattformen, bei denen ebenfalls über hohe Wachstumsraten berichtet wird.
- *Sharing Economy:* Gleichzeitig haben die Carsharing-Plattformen die Miete von Kraftfahrzeugen gegenüber dem Kauf gestärkt. Im Transportgewerbe ist durch die Vermittlung von Privattaxis der Wettbewerb intensiviert worden (Uber). Im Hotelgewerbe hat sich ein Markt für Privatwohnungen entwickelt. Im Kreditgewerbe sind Crowdfunding-Modelle und Online-Privatkredite populär geworden.

Damit hat der Online-Handel nicht nur die Vertriebskanäle in einer Vielzahl von Märkten verändert. Vielmehr hat sich dadurch die Zahl der Wettbewerber erhöht, die Markttransparenz verbessert, das Angebot ausgeweitet und der Preiswettbewerb verschärft. Durch die Verringerung der Markteintrittsbarrieren hat sich der Innovationswettbewerb intensiviert und die Marktposition bisher vorherrschender Unternehmen abgeschwächt (Monopolkommission 2015[32]). Besonders starke Effekte gingen auf jene Branchen aus, die – wie das Verlagswesen oder die Musikbranche – digitale oder digitalisierbare Produkte liefern. Aber auch in Branchen, die physische Produkte liefern, haben sich die Marktbedingungen zum Teil radikal geändert. Absatzgebiete und Kundensegmente haben sich verschoben, Kundenbewertungen wurden öffentlich gemacht, Lieferzeiten und Rücknahmebedingungen sind in den Vordergrund gerückt.

Dabei traten erhebliche Produktivitätseffekte auf, die am Beispiel von zwei Online-Plattformen in Tabelle 11 dargestellt werden. Gegenüber den deutschen Zeitungsverlegern liegt der Umsatz je Mitarbeiter bei Google um den Faktor drei höher. Ähnliches zeigt sich auch im Vergleich zwischen Amazon und dem stationären Einzelhandel in Deutschland. Dies deutet nicht nur auf die ungleiche Gewinnsituation zwischen analogen und digitalen Anbietern hin, sondern ermöglicht den digitalen Unternehmen auch wesentlich höhere Investitionen in die Verbesserung ihres Leistungsangebots, bis hin zu Investitionen und Beteiligung in strategisch bedeutende Märkte.

Es ist daher ein ungleicher Wettbewerb zwischen der traditionellen und der modernen Welt entstanden, der die alte Welt aufgrund ihrer gravierenden wirtschaftlichen Nachteile zum Rückzug zwingt. Allerdings ist für die Zukunft nicht vom gleichen Wachstum der digitalen Unternehmen auszugehen, wie dies bisher der Fall war. Auch hier sind die Potenziale teilweise ausgeschöpft, sind viele Wettbewerber bereits

32 Die Monopolkommission stellt in ihrem Gutachten zu den digitalen Märkten (2015) fest: In vielen digitalen Märkten zeigt sich ein Wettbewerb nach Schumpeter, in welchem eine temporär dominante Position durch eine andere abgelöst wird oder vergleichsweise einfach abgelöst werden könnte.

in den Markt eingetreten, verlangsamt sich der technische Fortschritt. Die Wachstumsraten werden daher kleiner und die Konkurrenz schärfer.

Tab. 11 Umsatz je Mitarbeiter 2014

	Google weltweit	Zeitungsverlage Deutschland
Umsatz (Mrd. €)	49,5	10,8
Beschäftigte	53.600	33.700
Umsatz (€)/Mitarbeiter	923.000	321.000
	Amazon weltweit	**Einzelhandel Deutschland**
Umsatz (Mrd. €)	66,7	491,7
Beschäftigte	154.100	3.334.000
Umsatz (€)/Mitarbeiter	433.000	147.000

Quelle: Unternehmensangaben, Statistisches Bundesamt

Beschäftigungspolitisch ist dies allerdings ein ernsthaftes Risiko. Die Plattformbetreiber lösen aufgrund ihrer hohen Produktivität nur geringe Beschäftigungsimpulse aus, substituieren in der Regel aber produktivitätsschwache – sprich, beschäftigungsintensive – Produktionsbereiche. Damit sind die direkten Freisetzungseffekte der Informationsplattformen vermutlich stark negativ. Um dies zu kompensieren, kommt es daher entscheidend darauf an, wie gut und wie schnell die Unternehmen in den traditionellen Märkten in der Lage sind, die digitalen Technologien in ihren Märkten zu nutzen bzw. neue Märkte hinzuzugewinnen.

3.2.4 Big Data und die Ambivalenz des Datenschutzes

Die Ausweitung der Datenbestände und die Entwicklung neuer Analysetechniken haben einen neuen Hoffnungsträger der digitalen Wirtschaft geschaffen: Big Data Analytics soll nicht nur vieles beobachtbar und messbar machen, es soll auch den Datenfluss beschleunigen, strukturierte und unstrukturierte Daten zusammenführen und letztlich verbesserte Analyse- und Vorhersagemodelle ermöglichen (Bertschek et al. 2016: 39). Die Finanzdienstleistungen sind dabei die Vorreiter, da sie seit langem über große Datenmengen verfügen. Auch im Handel und im Verarbeitenden Gewerbe werden solche Instrumente genutzt. Dabei beschränkt sich der Einsatz nicht auf die Marktbeobachtung, sondern die Instrumente werden zur Optimierung von Produktionsabläufen ebenso eingesetzt wie zu wissenschaftlichen Zwecken.

Die weitere Entwicklung von Big Data Analytics hängt von drei Elementen ab:

- *Ausweitung der Datenmenge*: Der Datenbedarf erscheint grundsätzlich unbegrenzt. Das zeigen die sozialen Netzwerke ebenso wie die Geheimdienste. Die massenhaften Beobachtungen stellen zumindest die Grundlage für die Entwicklung verbesserter Analysen und Prognosen dar. Allerdings steht dies in Konflikt mit dem Datenschutz, der insbesondere in Deutschland einen hohen Stellen-

wert hat. Es ist davon auszugehen, dass in Deutschland weniger persönliche Datenbestände aufgebaut werden und sie nicht die gleiche Aussagefähigkeit haben werden wie in anderen Ländern.[33]

- *Beschleunigung des Datenflusses*: Dies ist nicht nur eine Frage des Breitband-Ausbaus, sondern in erster Linie eine Frage der Datengewinnung in Echtzeit. Kaufdaten, Verkehrsdaten[34], Finanzdaten usw. sollen nach Möglichkeit im Moment des Geschehens erfasst und verarbeitet werden. Davon werden Effizienzvorteile und die Beschleunigung von Entscheidungsprozessen erwartet. Gleichzeitig fallen sehr große Datenmengen für die lückenlose Beobachtung an, die im Bereich des persönlichen Datenschutzes, aber auch für Unternehmen und staatliche Institutionen erhebliche Sicherheitsprobleme aufwerfen.
- *Verbesserte Analysemethoden*: Dies dürfte die größte Schwachstelle der Big Data Analytics sein, denn die Erwartung, aus unsystematischen Daten systematische Zusammenhänge abzuleiten, ist zwar nicht Null, aber sie bleibt doch klein. Weder der Gegenstand der beschreibenden Daten noch ihre Repräsentativität sind gesichert, ganz abgesehen von der theoretischen Erklärung der Zusammenhänge, die notwendig ist, um die Ergebnisse zu interpretieren und umzusetzen.

Deutschland dürfte aufgrund der restriktiven Datenschutzgesetzgebung in diesem Bereich nicht gut aufgestellt sein. Da es unter den gegebenen Bedingungen nur wenige große Datensätze gibt und der Zugang häufig beschränkt wird, werden sowohl die Beobachtungs- als auch die Analyseinstrumente nicht mit dem gleichen Nachdruck entwickelt werden wie in anderen Ländern. Aus dieser Perspektive erscheint der deutsche Datenschutz eher kontraproduktiv. Gleichwohl ist eine Tendenz zu beobachten, dass der Datenschutz zumindest von einem Teil der großen Software- und Internetfirmen zunehmend beachtet wird. Der Datenschutz scheint das notwendige Gegenstück zur Ausweitung der Datenbestände zu sein. Dies wird die Entwicklung in anderen Ländern, insbesondere in den USA, beeinflussen.

Während die deutschen IT-Produzenten also auch in diesem Gebiet der digitalen Entwicklung eine geschwächte Position einnehmen, dürften die Wirkungen in den Anwenderbranchen beachtlich sein. Trotz der vielfältigen Medienkritik setzt sich die Nutzung des Internets im privaten und im Unternehmensbereich mit hohen Expansionsraten durch.

33 So berichtet Google, dass der Dienst Google Street View in Deutschland aufgrund der hohen Kosten für die Unkenntlichmachung von Gebäuden nicht weiter gepflegt wird (Gespräch mit Wieland Holfelder von Google Deutschland am 6.5.2015).

34 Ein Beispiel ist die Plattform *Waze*, bei der Verkehrsteilnehmer ihre GPD-Daten melden und damit eine Realzeit-Verkehrsbeobachtung ermöglichen.

3.3 Digitalisierungsszenarien

Der Zweck eines Szenarios ist die Zusammenfassung der unterschiedlichen Thesen zur Zukunft der Digitalisierung zu einem konsistenten Entwicklungsmuster. Es kommt darauf an, sowohl Abhängigkeiten zwischen den Trends zu erkennen bzw. Widersprüchlichkeiten zu vermeiden, als auch die Bedeutung der Trends durch eine angemessene Gewichtung einzuschätzen. Dabei verstehen wir ein Szenario nicht allein als Beschreibung einer wahrscheinlichen Zukunftsentwicklung, sondern als Formulierung einer unter den zu erwartenden Rahmenbedingungen optimalen Handlungsstrategie. Von Anfang an war es unsere Überzeugung, dass die Zukunft in gewissen Grenzen gestaltbar ist und dass der Wert unserer Prognose daher weniger in exakten Prognosewerten besteht als im Aufzeigen von Handlungsoptionen. Dies ist auch im Falle der digitalen Zukunft nicht anders.

Dabei besteht die Schwierigkeit nicht nur im rasanten Tempo der technologischen Entwicklung, sondern vor allem darin, dass die heutige Welt bereits weitgehend digitalisiert ist. Die Trennung zwischen einer digitalisierten und nicht-digitalisierten Welt ist nicht mehr möglich, weder für die Gegenwart noch für die Zukunft. Wir haben uns daher entschlossen, zwei Szenarien zu entwickeln, in denen die strategische Bedeutung der digitalen Technik das wichtigste Unterscheidungsmerkmal darstellt. Die Szenarien tragen die Titel

- ***Beschleunigte Digitalisierung***: eine Entwicklungsstrategie, die auf die intensive Nutzung und Anwendung der digitalen Technik durch Bevölkerung, Wirtschaft und den öffentlichen Sektor setzt und die technologische Führerschaft im Bereich von Industrie 4.0 anstrebt. Dieses Szenario zielt auf die weitgehende Digitalisierung aller Lebens- und Arbeitsbereiche hin mit dem Ziel, die Auswirkungen des demografischen Wandels durch ein möglichst hohes Produktivitätsniveau zu verringern. Dies beinhaltet zum einen eine hohe Freisetzung von Arbeit in digitalisierbaren Tätigkeitsfeldern und zum anderen eine Konzentration auf die Entwicklung und Vermarktung digitaler Technik, insbesondere im Bereich Industrie 4.0.
- ***Stetige Digitalisierung***: eine Entwicklungsstrategie, die statt forcierter Digitalisierung vor allem die Entwicklung von Wissenschaft, Beratung und Kreativwirtschaft zum Ziel hat. Sie setzt auf die Chancen der Wissensökonomie statt auf eine Spitzenposition in digitaler Technik und misst den Risiken der digitalen Welt ein höheres Gewicht bei. Dieses Szenario erhebt nicht den Anspruch einer technologischen Führerschaft. Digitale Technik wird hier mehr angewandt als entwickelt und dient eher der qualitativen Verbesserung des Leistungsangebots als der Produktivitätssteigerung. Wirtschaft und Gesellschaft setzten auf die vorhandenen Kernkompetenzen, insbesondere auf die hoch entwickelten technischen, wissenschaftlichen und kreativen Fähigkeiten. Dieses Szenario liegt unserem *Basisszenario* zugrunde und führt die Annahmen unserer früheren Prognosen fort.

Die Titel der Szenarien beschreiben die unterschiedlichen Diffusionsgeschwindigkeiten für die digitale Technik. Sie kennzeichnen damit allerdings nur die Symptome der Entwicklung, nicht ihre Ursachen. Im Kern der Szenarien steht die strukturpolitisch entscheidende Frage, ob die deutsche Wirtschaft darauf setzt, ihre Spitzenposition in der industriellen Produktion auch in der digitalen Welt zu behaupten und darauf einen erheblichen Teil ihrer Ressourcen zu konzentrieren oder ob sie die Entwicklung zu einer diversifizierten Wissensökonomie vorzieht, in der die Anwendung und Umsetzung digitaler Technik wichtiger ist als die technologische Führerschaft des industriellen Sektors.

Wir gehen davon aus, dass die Entwicklungsdynamik der Informationstechnik weltweit die gleiche sein wird. Die Szenarien unterscheiden sich daher nicht durch die Art der zur Verfügung stehenden Technologie, sondern durch ihre Umsetzung in Produktion, Arbeit und Märkten. Daraus ergeben sich unterschiedliche Folgen für den strukturellen Wandel und die Arbeitswelt. Entscheidend ist, ob Gesellschaft, Wirtschaft und Staat auf die Chancen der digitalen Welt setzen und sich auf ihre Risiken einlassen, oder ob sie – möglicherweise auch unter bewusstem Verzicht auf Wachstumschancen – einer risikoärmeren Diversifizierungsstrategie den Vorzug geben.

In Tabelle 12 sind die wichtigsten Digitalisierungstrends und ihre vermutlichen Auswirkungen für beide Szenarien in insgesamt dreizehn Bereichen dargestellt. In Anhang 1 sind die beiden Szenarien im Detail aufgeführt.

Tab. 12 Szenarien zur Digitalisierung in Deutschland

Entwicklungsbereich	**Szenario 1** ***Beschleunigte Digitalisierung***	**Szenario 2** ***Stetige Digitalisierung (Basisszenario)***
Akzeptanz	Hohe Akzeptanz des digitalen technischen Fortschritts Sharing-Kultur Geringe Bedeutung des Datenschutzes	Kritische Akzeptanz Hohes Risikobewusstsein Intensiver Datenschutz
Bildung	Rascher Fortschritt im digitalen Lehren und Lernen Ausbau der Studienfächer Informatik, Kommunikationstechnik und Datenanalyse Integration digitaler Kompetenzen in viele Zweige der beruflichen Bildung	Breit gestreute Bildungsangebote Förderung kreativer und interdisziplinärer Bildungsgänge Verhaltene Ausbreitung digitaler Lerntechniken
Beschäftigung	Stärkere Arbeitsteilung bei einfachen, höhere Spezialisierung bei qualifizierten Tätigkeiten Förderung von Umschulung und Weiterbildung Fortschreitende Flexibilisierung der Arbeitsverhältnisse Soziale Absicherung der Selbständigen Nutzung digitaler Techniken zur beruflichen Integration von weniger Leistungsfähigen	Verbreiterung der Tätigkeitsprofile Digitale Technik unterstützt Aufgabenerweiterung am Arbeitsplatz Rationalisierung von Routinetätigkeiten Flexibilisierung der Arbeitsverhältnisse wird begrenzt

(Fortsetzung Tab. 12)

Entwicklungs-bereich	**Szenario 1** ***Beschleunigte Digitalisierung***	**Szenario 2** ***Stetige Digitalisierung (Basisszenario)***
Wettbewerb	Beschleunigter Eintritt in digitale Märkte Geringer Wettbewerbsschutz für „analoge" Märkte Open-Source-Modelle setzen sich durch Geringer Urheberrechtsschutz	Gefährdete Märkte werden gegen digitale Konkurrenz so gut wie möglich abgesichert Urheberrechts- und Patentschutz werden gestärkt
Industrie 4.0	Technologische Führerschaft in der Investitionsgüterproduktion wird verteidigt Hohe F&E-Investitionen Weltweite Anwerbung von IT-Experten	Adaption digitaler Konzepte Spezialisierung auf industrielle Dienstleistungen
Unternehmens-dienste	Hohe Investitionen in Software und Big-Data-Analysen Starker Nachfrageschub durch Industrie 4.0, selbstfahrende Fahrzeuge, digitale Medien, Rationalisierung der Verwaltungen etc.	Verlagerung auf technische, wirtschaftliche und wissenschaftliche Beratung setzt sich fort Kreative und künstlerische Bereiche werden vorrangig entwickelt
Handel	Ausweitung der Handelsplattformen zu Verbraucher- und Dienstleistungsplattformen Wachsende Zahl von Anbietern bei Konzentration auf wenige Plattformen Plattformen vermarkten eigene Produkte Mehr Direktvermarktung durch Produzenten	Verhaltene Akzeptanz des Online-Handels Schutz von Handel und Handwerk Ausbau von Shopping-Zentren Räumliche Präsenz bleibt wichtig
Verkehr	Selbstfahrende Autos sind bis 2030 Standard Car-Sharing setzt sich durch Vollautomatische Lagerhaltung Verkehrsleitsysteme optimieren Verkehrsfluss	Hohe Präferenz für individuell gesteuertes Fahren Anwendung selbstfahrender Fahrzeuge bleibt beschränkt (LKW-Spuren, Eisenbahn, verkehrsreiche Straßen etc.) Widerstand durch Taxi- und Verkehrsgewerbe
Medien	Rundfunk und Fernsehen wandeln sich zu Unterhaltungs- und Informationsplattformen Konzentration auf wenige Plattformen Viele Informationslieferanten (Blog-Journalisten, Autoren, Künstler) Printmedien schwinden wegen zu geringer Auflagen	Präferenz für Gedrucktes bleibt erhalten Sprachliche und kulturelle Orientierung der Medien bleibt wichtig
Finanzwesen	Rasche Verbreitung des Online-Banking Virtuelle Währung gewinnt an Bedeutung Auslagerung der Back-Office-Operationen auf spezialisierte Anbieter	Kundenpräferenz für individuelle Betreuung und kleine, regionale Anbieter Online-Banking setzt sich wegen anhaltender Sicherheitsprobleme nur langsam durch

(Fortsetzung Tab. 12)

Entwicklungsbereich	**Szenario 1** *Beschleunigte Digitalisierung*	**Szenario 2** *Stetige Digitalisierung (Basisszenario)*
Finanzwesen	Konzentration auf Investmentbanking, Firmengeschäft und großvolumiges Individualgeschäft	
Persönliche Dienste/Medizin	Vermittlung von Diensten über Informationsplattformen Steigende Technik-Intensität bei sozialen Diensten Digitale Medizintechnik wird stark entwickelt Haushaltsroboter und digitale Haustechnik finden breite Anwendung	Soziale Betreuung bleibt personenbezogen Präferenz der Haushalte für persönliche Dienste Geringe Akzeptanz von Haushaltsrobotern Anwendung digitaler Medizintechnik durch Datenschutz verlangsamt
Öffentlicher Sektor	Starke Förderung der digitalen Technik Forcierter Ausbau der digitalen Netze Internetbasierte Verwaltung Digitale Verkehrsleitsysteme	Technologiepolitik setzt auf technologische Kernkompetenzen und Adaption digitaler Technik Diversifizierung statt Fokussierung der Mittel Verhaltener Ausbau der Netze Verhaltene Umstellung auf internetbasierte Verwaltung
Informationstechnische Industrien	Starke Wachstumsimpulse aus dem technologischen Wandel Hohe Spezialisierung auf Produktionssteuerung, Logistik, Netzwerktechnik Hoher F&E-Aufwand Deutsche Hersteller versuchen, zur Spitze der IT-Anbieter vorzustoßen	Wachstumsimpulse bleiben verhalten Spezialisierung zum Dienstleister für die Adaption meist ausländischer IT-Produkte Führend in IT-Sicherheit Steigende IT-Importe F&E konzentriert sich auf Grundlagenforschung Geringe Spezialisierung

Quelle: Economix

3.4 Ergebnisse der Modellrechnungen

Vor der Darstellung der Modellrechnungen möchten wir darauf hinweisen, dass die Vergleiche zwischen dem Szenario *Beschleunigte Digitalisierung* und *Stetige Digitalisierung (Basisszenario)* nur den Unterschied zwischen zwei Strategien zeigen, nicht aber den Gesamteffekt der digitalen Technik. Wie dieser aussieht, bleibt angesichts der Datenlage und der wenig aufschlussreichen Forschungsergebnisse im Dunkeln. Unsere Modellrechnungen zeigen daher den Unterschied zwischen einer aktiven wirtschaftlichen und strategischen Nutzung der Informationstechnik und ihrer eher reaktiven Anwendung im Rahmen einer auf die Dienstleistungs- und Wissensökonomie ausgerichteten strukturellen Entwicklung. In beiden Szenarien spielt die digitale Technik daher eine maßgebliche Rolle für die Gestaltung des strukturellen Wandels und der Arbeitswelt.

3.4.1 Gesamtwirtschaftliche Effekte

Entgegen den vielfach geäußerten Erwartungen, die Digitalisierung gefährde Arbeitsplätze in großem Umfang, zeigen unsere Modellrechnungen, dass es durch eine beschleunigte Digitalisierung gelingen kann, wirtschaftliches Wachstum und Beschäftigung zu erzeugen. Der entscheidende Unterschied zu den von Frey/Osborne (2013), Bonin/Gregory/Zierahn (2015) oder dem Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung (Dengler/Matthes 2015) vorgelegten Studien besteht darin, dass wir nicht nur die Gefährdungspotenziale durch digitale Technik quantifizieren, sondern auch die positiven Nachfrageeffekte von Produktinnovationen, Kosten- und Preissenkungen berücksichtigen. Dies wendet das Blatt und stellt einen Beschäftigungsgewinn von rund einer Viertelmillion in Aussicht. Das reale Bruttoinlandsprodukt 2030 liegt nach unseren Schätzungen um 4 % höher als ohne beschleunigte Digitalisierung, und die Erwerbslosigkeit sinkt um 20 %. Die Pro-Kopf-Einkommen sind ebenfalls 4 % höher (Tabelle 13).

Tab. 13 Gesamtwirtschaftlicher Effekt der beschleunigten Digitalisierung

Szenario *Beschleunigte Digitalisierung*	2020	2025	2030
		Absolutwerte	
Erwerbstätige (in 1.000)	43.538	43.608	42.943
Erwerbslose (in 1.000)	1.997	1.418	1.069
Reales BIP (Billionen Euro)	3.081	3.376	3.744
Produktivität je Erwerbstätigem (1.000 Euro pro Jahr)	70,8	77,4	87,2
Pro-Kopf-Einkommen (1.000 Euro pro Jahr)	37,1	40,9	45,8
		Jährliche Veränderung in %	
	2014–20	*2020–25*	*2025–30*
Erwerbstätige	0,3	0,0	–0,3
Erwerbslose	–0,3	–6,6	–5,5
Reale Bruttowertschöpfung	2,1	1,8	2,1
Produktivität je Erwerbstätigem	1,8	1,8	2,4
Pro-Kopf-Einkommen	1,7	2,0	2,3
Auswirkungen der beschleunigten Digitalisierung	2020	2025	2030
		Abweichung zum Basisszenario in 1.000	
Erwerbstätige	208	371	263
Erwerbslose	–208	–371	–263
		in %	
Erwerbstätige	0,5	0,9	0,6
Erwerbslose	–9,4	–20,8	–19,8
Reales BIP	2,9	3,0	4,1
Produktivität je Erwerbstätigem	2,4	2,1	3,5
Pro-Kopf-Einkommen	2,9	3,0	4,1

Quelle: CE, Economix (Prognose 2016, T12a)

Der maximale Beschäftigungszuwachs ergibt sich um 2025 mit etwa 370.000 Erwerbstätigen. Danach erzwingt das sinkende Arbeitsangebot den Rückgang auf 43 Millionen (Abbildung 26). Die Erwerbslosigkeit wird ebenfalls nachhaltig gesenkt. Die Erwerbslosenquote sinkt auf 2,4 %, 0,6 Prozentpunkte weniger als nach dem *Basisszenario*.

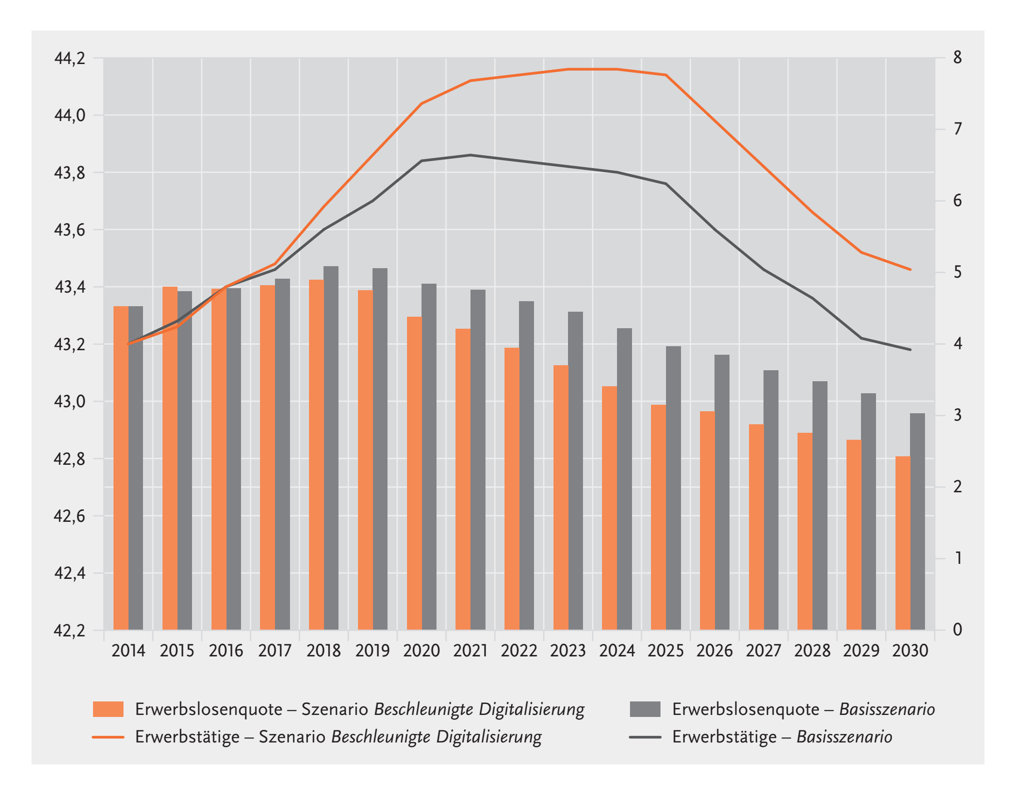


Abb. 26 Beschäftigungseffekt der beschleunigten Digitalisierung
Linke Skala: Erwerbstätige in Millionen; rechte Skala: Erwerbslosenquote in %

Quelle: CE, Economix (Prognose 2016, T12a)

Das Entscheidende sind jedoch die Wachstums- und Produktivitätseffekte der Digitalisierung. Insbesondere in der Phase 2025–30 steigt das Produktivitätswachstum deutlich an. Mit einem jährlichen Zuwachs von 2,4 % kompensiert die Produktivität nicht nur den Rückgang in der Erwerbstätigkeit, sondern beschleunigt auch das durchschnittliche jährliche Wirtschaftswachstum von 2014–2030 mit einem Beitrag von 0,3 Prozentpunkten.

Eine solche Entwicklung ist sicherlich kein Selbstläufer, sondern hat eine Vielzahl von Weichenstellungen zur Voraussetzung, wie sie im Szenario *Beschleunigte Digitalisierung* beschrieben wurden. Modelltechnisch ergibt sich die positive Wirtschaftsentwicklung durch steigende Investitionen insbesondere in Forschung und Entwick-

lung und Sachkapital sowie durch höhere Bildungsausgaben. Im zweiten Schritt ergeben sich erste Markterfolge im Export und auf den Inlandsmärkten. Erst nach etwa zehn Jahren schlägt sich die Digitalisierung in einem höheren Produktivitätswachstum nieder, das in der Lage ist, den negativen Effekt des demografischen Wandels zumindest teilweise auszugleichen.

Man kann die Modellergebnisse daher auch so interpretieren: Der Rückgang der Beschäftigung ist in der Phase 2025–30 im Szenario *Beschleunigte Digitalisierung* um etwa 100.000 stärker als im *Basisszenario*. Da das Arbeitsangebot in beiden Szenarien gleich ist, hat diese Entwicklung nichts mit Arbeitskräftemangel zu tun, sondern kann als Rationalisierungseffekt der beschleunigten Digitalisierung verstanden werden. Es kommt also zu Arbeitseinsparungen, die den Arbeitskräftemangel mildern und so – trotz sinkendem Arbeitskräfteangebot – ein hohes Wachstum sichern. Im Vergleich zu den Auswirkungen des demografischen Wandels ist dieser Rationalisierungseffekt allerdings klein: Nur 15 % des Beschäftigungsrückgangs, der nach dem *Basisszenario* für 2025–30 zu erwarten wäre, kann so aufgefangen werden.

Die Modellrechnungen zeigen, dass die aktive, strategische Nutzung der digitalen Technik nennenswerte positive Wachstums- und Beschäftigungseffekte auslöst. Befürchtungen, es käme zu einer neuerlichen Welle technologisch bedingter Arbeitslosigkeit, erscheinen unbegründet. Zumindest dann, wenn wir es verstehen, die digitale Technik in unsere Wirtschaft und Gesellschaft zu integrieren. Die Entwicklung und Nutzung der digitalen Technik bietet die Chance, wirtschaftlich erfolgreich zu sein. Sie ist also nicht nur eine Gefahr für bestehende Arbeitsplätze, sondern die Grundlage zur Schaffung neuer. Der Arbeitsmarkt ist daher in besonderem Maße gefordert, denn eine forcierte Digitalisierung bedeutet forcierten Strukturwandel der Märkte, der Beschäftigung, der Bildung und letztlich der gesamten Gesellschaft. Erst wenn sich große Teile der Gesellschaft auf den Weg machen, aus der digitalen Technik Nutzen zu ziehen und ihren Wohlstand zu verbessern, kann eine solche Strategie gelingen. Diese gemeinsame Zielsetzung ist allerdings keineswegs gesichert, denn die Beschleunigung des strukturellen Wandels bedeutet, dass es mehr Gewinner, aber auch mehr Verlierer geben wird.

3.4.2 Sektorale Effekte

Die beschleunigte Digitalisierung löst vor allem in den Herstellerbranchen für digitale Technik und Dienste starke Beschäftigungsimpulse aus (Abbildung 27). Dazu gehören einerseits die klassischen Industriebranchen Maschinenbau, Fahrzeugbau und Elektronikindustrie sowie andererseits IT-Dienste, Unternehmensdienste sowie Forschung und Entwicklung. Insgesamt werden in unseren Modellrechnungen 13 Branchen ihre Beschäftigung im Zuge einer beschleunigten Digitalisierung ausweiten können. Ihr Beschäftigungsgewinn wird bis 2030 bei einer Million Erwerbstätigen liegen.

Schätzung der Digitalisierungseffekte

Zur Einschätzung dieser Effekte wurden Indexwerte gebildet, die den Einfluss von sechs digitalen Technologiefeldern in den 44 Wirtschaftszweigen dieser Prognose darstellen. Die Technologiefelder sind:

- Vernetzung/Industrie 4.0
- Robotik
- Additive Fertigung/3D-Druck
- Autonomes Fahren
- Informationsplattformen
- Software/Künstliche Intelligenz/Big Data

Zur Festlegung der Indexwerte wurden die Ergebnisse der Fachexpertisen und der Fachliteratur herangezogen (Bertschek et al. 2016). Diese Indexwerte flossen in die Produktions- und Beschäftigungsschätzungen des G3M-Strukturmodells ein.

Die Modellrechnungen berücksichtigen die direkten sektoralen Nachfrageeffekte über Investitionen, Forschungs- und Entwicklungsausgaben sowie Exporte und transferieren sie über die Verflechtungsmatrix als indirekte Effekte in andere Wirtschaftszweige. Die Nachfrageverflechtung ändert sich im Zuge der technologischen Umgestaltung (z. B. durch Industrie 4.0 oder steigende Bildungsausgaben).

Andererseits löst die Anwendung digitaler Technik Produktivitäts-, Kosten- und Preiseffekte aus. Die Produktivität ist im Modell eine Funktion von Sachkapitalinvestitionen, F&E-Ausgaben und anderen Technologieindikatoren. Zusätzlich zu dieser aus der Vergangenheit bekannten Abhängigkeit wurde unterstellt, dass digitale Technik – aufgrund der sinkenden Preise – mit einer steigenden Kapitalproduktivität verbunden ist.

(Näheres in Anhang 2)

In den Anwenderbranchen wird die digitale Technik hingegen Arbeit freisetzen. Dies gilt vor allem für den Einzelhandel, das Papier- und Druckgewerbe und die Öffentliche Verwaltung. Im Gesamten wird die Beschäftigung in 27 Wirtschaftszweigen rückläufig sein. Der Beschäftigungsverlust in diesen Sektoren wird nach unseren Einschätzungen bei 750.000 Erwerbstätigen liegen.

In Relation zu den Erwerbstätigen nach dem *Basisszenario* werden die Beschäftigungszuwächse in den Wirtschaftszweigen Forschung und Entwicklung, IT-Dienste und Maschinenbau am stärksten sein (+20 bis +24 %). Die größten relativen Beschäftigungsverluste erwarten wir für das Textil-, Bekleidungs- und Ledergewerbe, im Bergbau, in der Telekommunikation sowie im Papier- und Druckgewerbe (–10 bis –21 %).[35]

35 Vgl. Tabelle 4.2.1 im Anhang 3

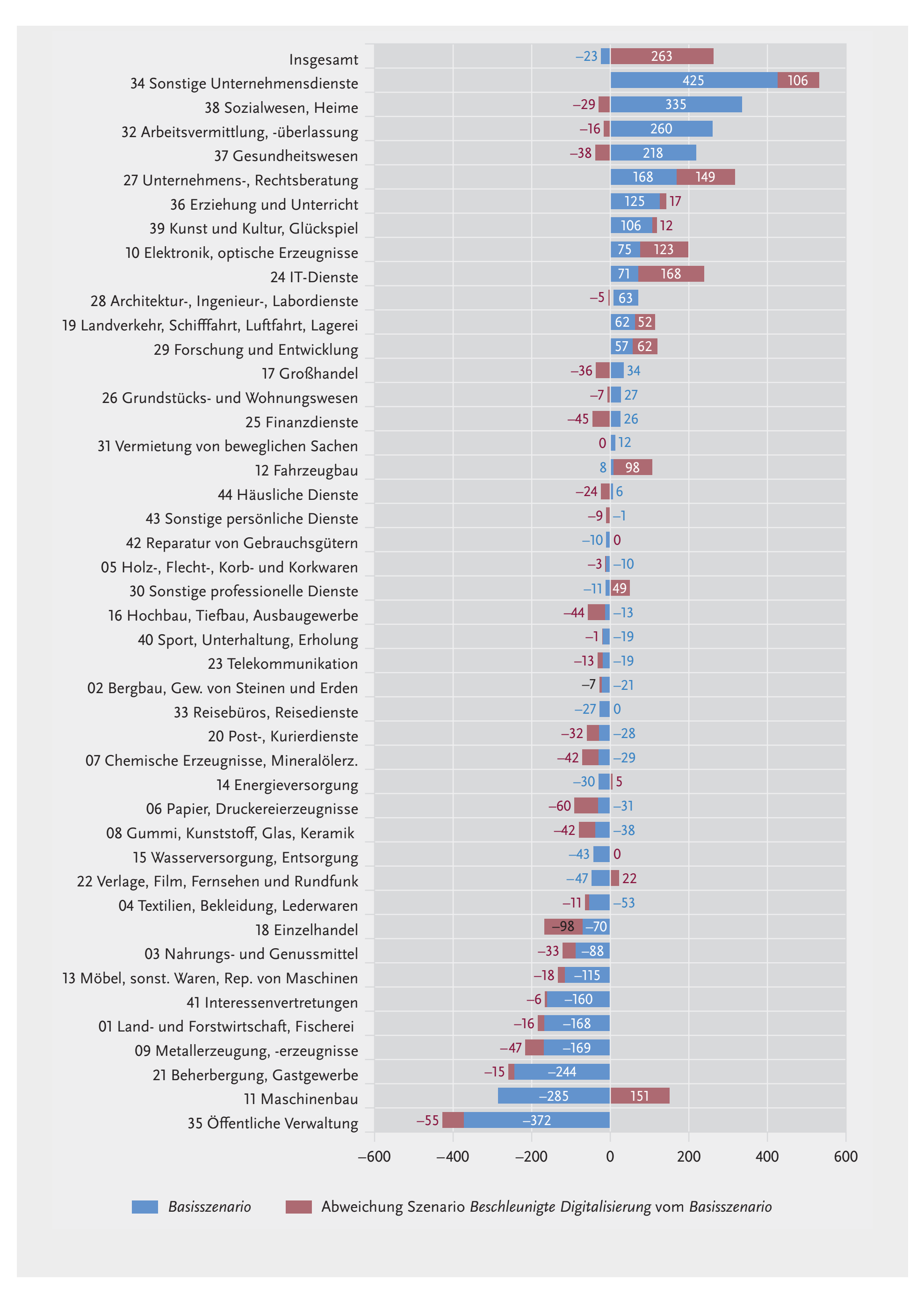


Abb. 27 Sektorale Beschäftigungsentwicklung im Szenario *Beschleunigte Digitalisierung*
Veränderung der Erwerbstätigenzahl 2014–30 in 1.000

Quelle: CE, Economix (Prognose 2016, T17a)

Hinter diesen Prognosewerten steht eine aktive Digitalisierungsstrategie. Der Maschinenbau wird die Industrie-4.0-Konzepte bis 2025 zur Marktreife entwickeln. Dazu benötigt er vor allem eigene Forschungs- und Entwicklungskapazitäten, aber auch die Vorleistungen der Elektronikindustrie, der Software-Unternehmen in den IT-Diensten und nicht zuletzt die Entwicklung neuer Produktionskonzepte durch die Unternehmensberatung. Es wird angenommen, dass dies sowohl in Konkurrenz als auch in Zusammenarbeit mit den amerikanischen und asiatischen Anbietern gelingt. Da sich die deutsche Industrie in den vergangenen zehn Jahren eine starke Position auf den Weltmärkten erkämpft hat und nun dabei ist, die Weichen für die Entwicklung der vernetzten Produktion zu stellen[36], kann davon ausgegangen werden, dass Erfolgschancen vorhanden sind und genutzt werden. Gleichzeitig wird der Maschinenbau einer der ersten Anwender von Industrie-4.0-Konzepten sein und damit einen Teil der früher ins Ausland verlagerten Produktion zurückholen.

Der Fahrzeugbau wird ähnlich agieren. Die im Ansatz entwickelten autonomen Fahrsysteme werden nach unseren Erwartungen ebenfalls bis 2025 auf breiter Front eingesetzt werden. Dies löst einen Nachfrageanstieg aus, der die negativen Folgen der gegenwärtigen Krise im deutschen Automobilbau langfristig kompensieren kann. Voraussetzung ist allerdings, dass die Investitionen in die digitalen Mobilitätskonzepte trotz der Renditeeinschränkungen während der Entwicklungsphase vorgenommen werden. Da der Automobilbau bereits einen hohen Automatisierungsgrad erreicht hat, sind die künftigen Rationalisierungseffekte von Industrie-4.0-Konzepten geringer als in anderen Branchen. Insgesamt dürfte der Beschäftigungszuwachs im Fahrzeugbau nur halb so groß sein wie im Maschinenbau.

Industrie 4.0 benötigt vor allem Software. Dies wird die Nachfrage nach IT-Diensten und Unternehmensdiensten deutlich steigern. Beides wird benötigt, weil Software den überwiegenden Teil der Investitionen ausmacht und weil diese Software ohne klare industrielle Produktionskonzepte nicht erstellt werden kann. Die vernetzte und selbststeuernde Produktion erfordert einen hohen Kommunikations- und Kontrollaufwand, um die automatische Fehlererkennung und -korrektur zu sichern. Die Unternehmensdienste, die ohnehin schon zu den Gewinnern des strukturellen Wandels gehören, erhalten daher durch die Digitalisierung einen weiteren Schub. Die Wirtschaftsstruktur wird dadurch nochmals dienstleistungs- und wissensintensiver. Insbesondere der Bereich Forschung und Entwicklung profitiert davon.

In den anderen Branchen des Verarbeitenden Gewerbes werden die Industrie-4.0-Konzepte nach unseren Erwartungen zwar zunehmend angewandt, aber es gibt dort keine vergleichbaren Produktinnovationen, die in der Lage wären, die Rationalisierungseffekte der digitalen Produktion zu kompensieren. Die Beschäftigung geht daher in den meisten Industriebranchen zurück.

36 Nach den Daten des Mikrozensus ist die Zahl der Erwerbstätigen in den Berufsbereichen „Produktdesign“, „IT-Systemanalyse“, „Technische Forschung und Entwicklung“ oder „Technische Produktionsplanung und -steuerung“ allein zwischen 2012 und 2014 um 10 bis 20 % gestiegen.

Starke Verlagerungen der Beschäftigung werden auch durch den Internethandel ausgelöst, der einerseits die Beschäftigung im Einzelhandel reduziert und andererseits im Verkehrsgewerbe positive Effekte bewirkt. Allerdings sind die relativen Effekte geringer, als es die absoluten Größen in Abbildung 27 vermuten lassen. Im Einzelhandel sinkt die Beschäftigung im Zuge der Digitalisierung um 3 %, und im Verkehrsgewerbe steigt sie um die etwa gleiche Rate. Dies hängt mit der erfolgreichen Nutzung der digitalen Vertriebswege zusammen, mit denen sich der stationäre Einzelhandel zum Online-Händler wandelt. Im Verkehrsbereich stehen den Beschäftigungsgewinnen durch den zunehmenden Versandhandel Verluste durch autonome Fahr- und Lagersysteme gegenüber.

Im Dienstleistungsbereich wirkt sich die Digitalisierung vor allem auf die verwaltungsintensiven Bereiche aus. Dazu gehören der öffentliche Dienst, aber auch die Finanzdienste. Hier eröffnen die automatisierte Sachbearbeitung, elektronische Dokumentenerkennung und die Verfahren der künstlichen Intelligenz weitreichende Möglichkeiten, die Büroarbeit zu automatisieren. Das Internet wird zur Abwicklung des Kunden- bzw. Bürgerkontakts zunehmend genutzt werden. Allerdings ist auch hier anzunehmen, dass die Rationalisierungspotenziale in einem Tätigkeitsfeld zum guten Teil zur Erweiterung des Leistungsprofils in anderen Tätigkeitsfeldern genutzt werden. Die verbleibenden Arbeitseinsparungen halten sich daher in Größenordnungen unter 5 %.

Auch bei den sozialen und persönlichen Diensten eröffnen automatisierte Verwaltungsverfahren Möglichkeiten zur Rationalisierung. Dies gilt insbesondere für das Gesundheits- und Sozialwesen. Darüber hinaus werden Roboter zur Reinigung, für Laboruntersuchungen, Botengänge und andere Leistungen eingesetzt. Gleichzeitig eröffnet die Digitalisierung neue Leistungsangebote. Vor allem das Gesundheitswesen wird diese Möglichkeiten nutzen.

Positive Impulse aus der Digitalisierung erhalten die Medien sowie Kunst und Unterhaltung. Die Buch- und Zeitungsverlage lösen sich von den Printmedien und wandeln sich zu Informationsproduzenten, -verarbeitern und -distributoren, die sich überwiegend auf elektronische Medien stützen. Diese Dienste spielen im Informationszeitalter eine wichtige Rolle, um Informationen zu sichten, zu verknüpfen und zu bewerten. Sie sind bei der stark steigenden Informationsmenge unabdingbar. Gleichzeitig steigt der Bedarf an Unterhaltung, professioneller Präsentation und Werbung, der überwiegend durch digitale Medien bedient wird. Den Printmedien bleibt eine Nischenposition.

Die Digitalisierung beschleunigt nach diesen Modellrechnungen den sektoralen Strukturwandel deutlich. Mehrheitlich sind es die Wachstumssektoren des *Basisszenarios*, die auch bei beschleunigter Digitalisierung wachsen, und umgekehrt treten die Jobverluste in den bereits schrumpfenden Sektoren auf. Für eine vergleichsweise geringe Zahl von Wirtschaftszweigen eröffnen sich damit erhebliche Wachstumspotenziale, während in der Mehrheit der Wirtschaftszweige Rationalisierungseffekte vorherrschen. Dies ist sinnvoll, um die Wachstumschancen der Gesamtwirtschaft zu

nutzen und die Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Wirtschaft zu sichern. Es erfordert aber erhebliche Anpassungen unter den Beschäftigten. Die Erhaltung und Förderung der Beschäftigungsflexibilität ist daher eine entscheidende Voraussetzung für das Gelingen dieser Strategie.

3.4.3 Berufliche und qualifikationsspezifische Effekte

Berufliche Effekte[37]

Die beschleunigte Digitalisierung erfordert in erster Linie IT-Spezialisten. Das ist selbstverständlich. An erster Stelle der wachsenden Berufsbereiche stehen daher die Informatik- und andere IKT-Berufe, für die wir bis 2030 einen Zuwachs von 120.000 Erwerbstätigen erwarten, ein Plus von 12 % gegenüber dem *Basisszenario* und ein Zuwachs von 17 % im Vergleich zum Ausgangswert von 2014 (Abbildung 28). Diese IT-Spezialisten werden benötigt, um in der Herstellung von Industrie-4.0-Produkten international wettbewerbsfähig zu werden und die Digitalisierung in vielen Anwenderbranchen voranzutreiben. Parallel dazu wachsen die Berufsbereiche Maschinen- und Fahrzeugtechnik, Mechatronik, Energie- und Elektrotechnik sowie Technische Entwicklung, Konstruktion und Produktionssteuerung. Diese überwiegend industriellen Berufe sind die Vorreiter eines Wandels, durch den die bisherigen Herstellungsberufe zunehmend Teil der Produktentwicklung und Produktionssteuerung werden. Dies umso mehr, als die Digitalisierung die Produktion von Kleinserien erleichtert.

Digitalisierungsimpulse zeigen sich auch im Berufsbereich Unternehmensführung und -organisation, der ebenfalls integraler Bestandteil des Industrie-4.0-Konzepts ist. Darüber hinaus profitieren die Berufe im Bereich Werbung, Marketing, Medien, die Einkaufs-, Vertriebs- und Handelsberufe, die Finanzdienstleister sowie gebäude- und versorgungstechnische Berufe. Negative Beschäftigungseffekte ergeben sich vor allem für die medizinischen Gesundheitsberufe (insbesondere Labor- und Pflegeberufe), Verkaufsberufe, Fahrzeugführer, Verkehrs- und Logistikberufe und Reinigungsberufe.

Die Auswirkungen der beschleunigten Digitalisierung auf die Berufsstruktur bleiben allerdings – von Ausnahmen wie den IT-Berufen abgesehen – gering. Im Durchschnitt führt die Digitalisierung zu einer Veränderung der Erwerbstätigkeit von ±3 %, wenn man die in Abbildung 28 dargestellte Ebene der Zweisteller der Berufssystematik verwendet. Auf der Ebene der Dreisteller beträgt der durchschnittliche Effekt ±5 %. Dies ist durch die laufende Anpassung der beruflichen Tätigkeitsprofile bedingt, durch die neue Arbeitsanforderungen in die beruflichen Aufgaben inte-

37 Zur Schätzmethode vgl. Anhang 2.

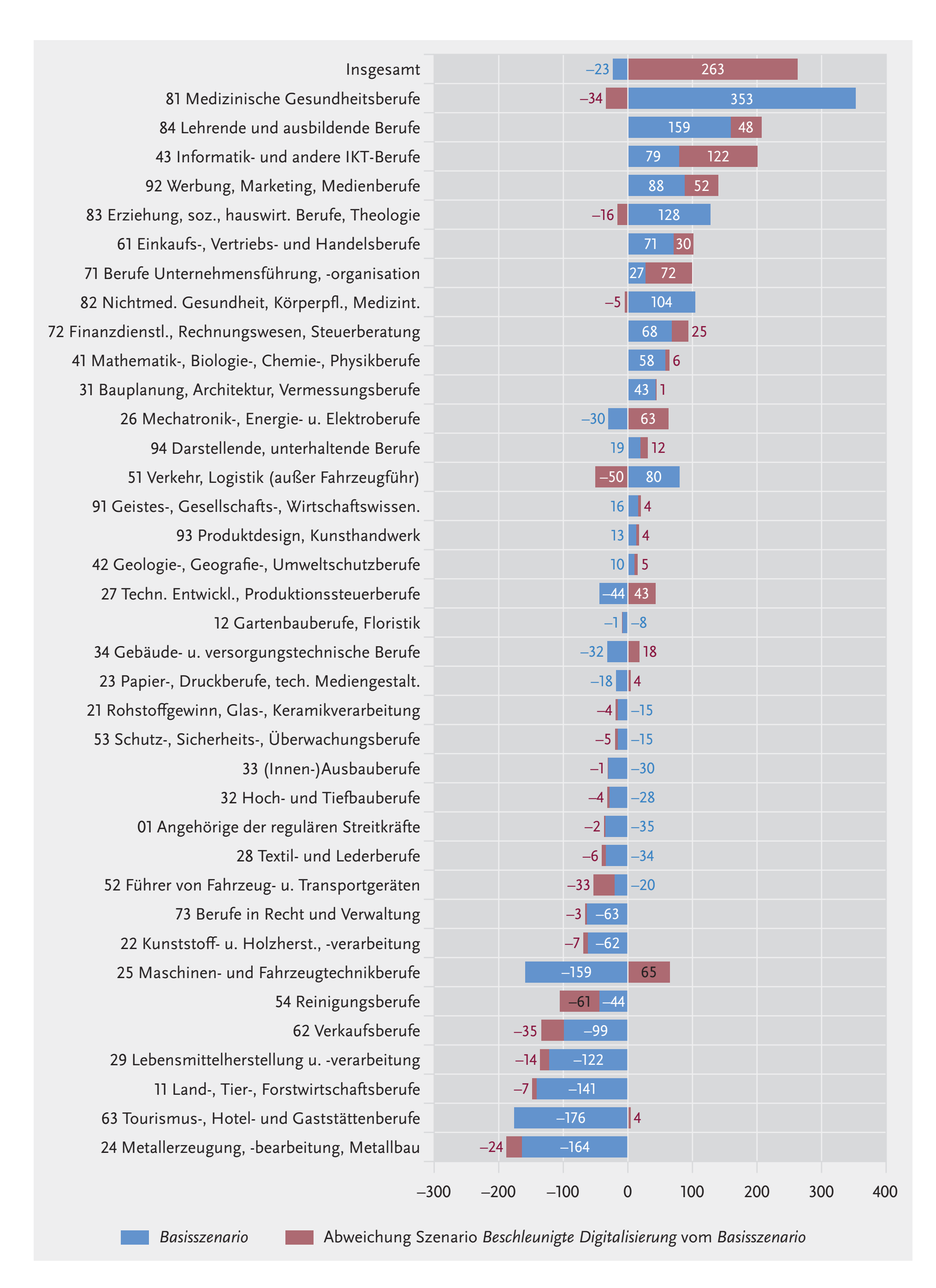


Abb. 28 Berufliche Effekte der beschleunigten Digitalisierung
Veränderung der Erwerbstätigenzahl 2014–30 in 1.000

Quelle: Economix (Prognose 2016, T17a)

griert werden.[38] In der Berufsstatistik sehen wir also nur einen Bruchteil der Veränderungen der Arbeitswelt, die von der Digitalisierung ausgelöst werden. Die Entstehung neuer Berufe können wir ebenfalls nicht sichtbar machen. Sie findet statistisch gesehen im Rahmen der vorgegebenen Berufsbezeichnungen statt.

Im Hinblick auf den beruflichen Strukturwandel kommt es darauf an, einerseits die Anpassungsfähigkeit der Kompetenzprofile der Beschäftigten durch stetige Weiterbildung zu fördern und andererseits die Anpassungsfähigkeit des beruflichen Bildungssystems durch fortlaufende Revision der Curricula zu erhalten.

Qualifikationsspezifische Effekte

Die beschleunigte Digitalisierung erhöht die Qualifikationsanforderungen und verstärkt damit die bereits im *Basisszenario* angelegten Trends (Abbildung 29). Die Beschäftigung verlagert sich mit einem Impuls von +3 bzw. +5 % zu den Experten und Spezialisten, während bei Fachkräften knapp 1 % und bei Helfern 5 % der Arbeits-

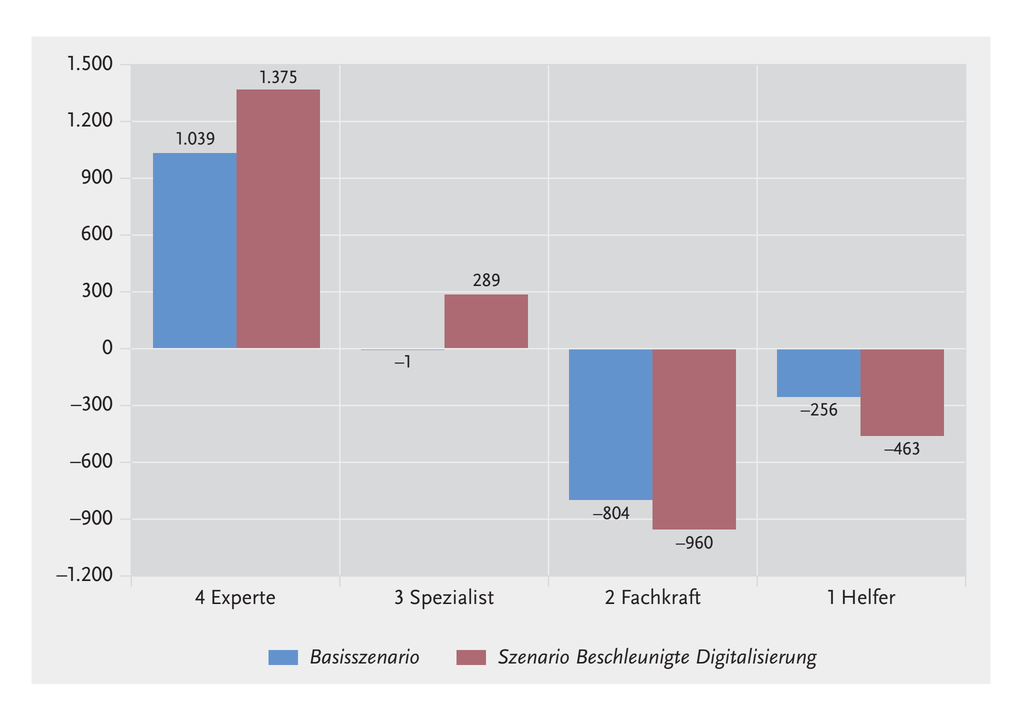


Abb. 29 Auswirkungen der beschleunigten Digitalisierung auf das Anforderungsniveau
Veränderung der Erwerbstätigenzahl 2014–30 in 1.000

Quelle: Economix (Prognose 2016, T17a)

38 In verschiedenen Studien wurde gezeigt, dass der Abbau von Routinehandlungen auch innerhalb der Berufe stattfindet. An ihre Stelle treten schwer automatisierbare manuelle und abstrakte Tätigkeiten (z. B. Acemoglu/Autor 2010). Becker und Muendler (2015) zeigen anhand von Daten des BiBB aus 1979–2006 die zunehmende Bedeutung von multiplen Aufgaben innerhalb von Berufen. Auch die Verdrängung von automatisierbaren Routinetätigkeiten ist aus diesen Daten abzuleiten.

plätze entfallen. Damit steigt die Beschäftigung von Experten zwischen 2014 und 2030 um 1,4 Millionen (+340.000 im Vergleich zum *Basisszenario*) und der Spezialisten um 290.000 (+290.000). Bei Fachkräften sinkt sie um 960.000 (–160.000) und bei Helfern um 460.000 (–210.000).

Dies sind zwar erhebliche Umschichtungen in der Erwerbstätigkeit, aber die forcierte Digitalisierung schafft keine neue Welt. Bemerkenswert ist dabei, dass die Beschäftigung von Helfern nur moderat zurückgeht – weit weniger als die „digitalen Gefährdungsindikatoren" z. B. nach Frey/Osborne andeuten. Dies hat seinen Grund zum einen in den positiven Wachstums- und Beschäftigungseffekten der Digitalisierung, die das gesamte Beschäftigungsniveau anheben. Zum anderen wird einfache Arbeit in einem dynamischen Wirtschaftssystem weiterhin gebraucht. Die Beobachtung, dass einfache Arbeit leichter zu automatisieren ist als komplexe Tätigkeiten gilt im Prinzip für bestehende – und relativ häufig vorkommende – Tätigkeiten. Sie gilt nicht in gleichem Maße für die Einführungs- und Testphasen neuer Produktionskonzepte, wie z. B. Industrie 4.0, denn erst wenn sich solche Konzepte etabliert haben, kann sich ihre arbeitssparende Wirkung voll entfalten. Bis dahin werden auch einfache Tätigkeiten gebraucht. Darüber hinaus ist die Einrichtung völlig automatisierter Produktions- und Verwaltungsabläufe nur bei größeren Produktionsvolumina rentabel. Diese Grenze wird zwar durch stetige Preissenkungen für automatisierte Technik immer weiter gesenkt, aber sie bleibt bestehen. Die Vorstellung von menschenleeren Fabriken und Büros mag zwar partiell realisiert werden, für die Gesamtwirtschaft bleibt sie aber eine Fata Morgana.

Bemerkenswert ist auch der vergleichsweise geringe Effekt der beschleunigten Digitalisierung auf die Zahl der Fachkräfte. Dies liegt u. a. am *Basisszenario*, das bereits von einem starken Beschäftigungsabbau bei Fachkräften ausgeht, bedingt durch die steigende Wettbewerbsfähigkeit der asiatischen Produzenten, aber auch die Rationalisierungseffekte einer stetigen Digitalisierung. Die beschleunigte Digitalisierung bringt in diesem Qualifikationssegment erst in der späten Phase des Prognosezeitraums zusätzliche Arbeitseinsparungen. Die Umsetzung des Industrie-4.0-Konzepts bleibt außerdem auf qualifizierte Fachkräfte angewiesen, die für die Herstellung der Maschinen und Anlagen gebraucht werden. Die forcierte Nutzung der digitalen Technik setzt zwar in vielen Branchen Fachkräfte frei, schafft aber auch neue Arbeitsplätze bei der Herstellung der neuen digitalen Technologien.

Fachliche Berufsbildung

Die stärksten Beschäftigungsimpulse löst die beschleunigte Digitalisierung unter Arbeitskräften mit einer Hochschulausbildung in den Fachbereichen Ingenieurwissenschaften, Naturwissenschaften/Mathematik sowie Rechts-, Wirtschafts- und Sozialwissenschaften aus. Hier werden bis 2030 zwischen 90.000 und 160.000 zusätzliche Arbeitskräfte benötigt. Dies wird – wie im nächsten Abschnitt gezeigt wird – nicht ohne zusätzliche bildungspolitische Maßnahmen erreichbar sein.

In ähnlicher Größenordnung bewegt sich auch der zusätzliche Bedarf an Arbeitskräften im dualen Ausbildungsbereich bei Waren- und Dienstleistungskaufleuten, Versandfertigmachern und Verkehrsberufen, gefolgt von Beschäftigten mit einer Berufsbildung in den Segmenten Technische Berufe (duale Ausbildung) und Ingenieurberufe (Fachschule). Insgesamt werden die Bildungsanforderungen im Zuge der beschleunigten Digitalisierung sowohl technik- als auch wirtschaftslastiger (Abbildung 30).

Nach unseren Schätzungen steigt im Szenario *Beschleunigte Digitalisierung* die Zahl der tertiär ausgebildeten Beschäftigten zwischen 2014 und 2030 um 2,5 Millionen, und die Zahl der Beschäftigten ohne Ausbildung sinkt um 2 Millionen. Im Bildungsbereich duale Ausbildung hält sich die Beschäftigung auf dem Niveau von 2014 (–90.000), während sie im Fachschulbereich leicht rückläufig ist (–200.000).

Wie stark diese Effekte sind, zeigen die Änderungen der Beschäftigtenzahlen 2014–30 in der Gegenüberstellung von Berufen und fachlicher Berufsbildung (Tabelle 14). Danach verlagert sich die Beschäftigung in allen Berufsbereichen zu den Hochschulberufen, am stärksten in den Segmenten Naturwissenschaft, Geografie und Informatik sowie Unternehmensorganisation, Buchhaltung, Recht und Verwaltung. Gleichzeitig sinkt die Beschäftigung von Arbeitskräften ohne Berufsbildung in allen Berufsbereichen, vor allem in den Segmenten Kaufmännische Dienstleistungen, Warenhandel, Vertrieb, Hotel und Tourismus sowie beim Militär. Für Arbeitskräfte mit dualer Ausbildung halten sich die positiven und negativen Veränderungen die Waage, und bei Arbeitskräften mit Fachschulbildung überwiegen die Beschäftigungsverluste.

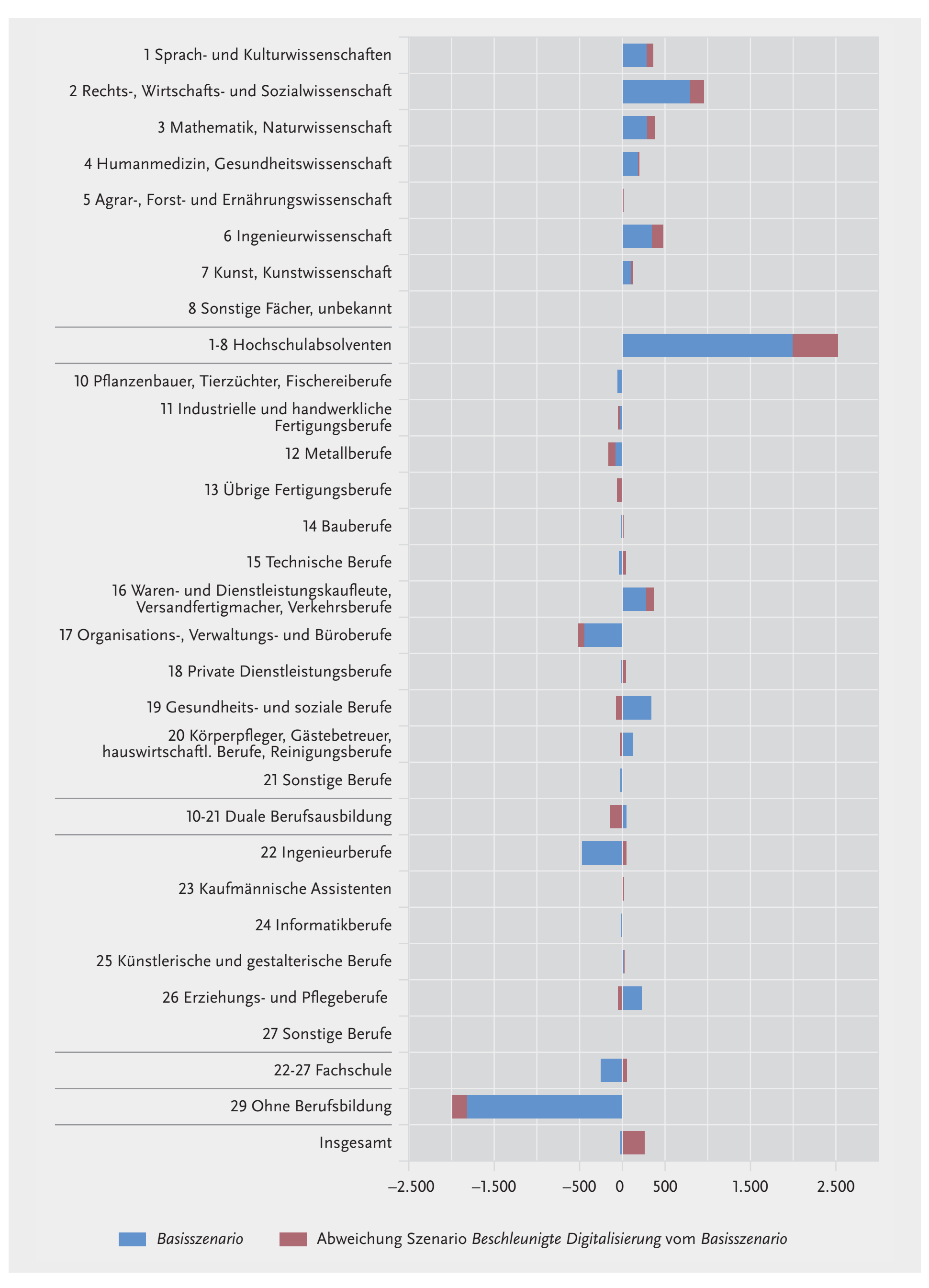


Abb. 30 Auswirkungen der beschleunigten Digitalisierung auf die fachliche Berufsbildung
Veränderung der Erwerbstätigenzahl 2014–30 in 1.000

Quelle: Economix (Prognose 2016, T17a)

Tab. 14 Beruf und fachliche Berufsbildung bei beschleunigter Digitalisierung
Veränderung der Zahl der Erwerbstätigen 2014–30 in %; Szenario *Beschleunigte Digitalisierung*

Berufsbereich	Fachliche Berufsausbildung				
	Hochschule	duale Ausbildung	Fachschule	Ohne Ausbildung	Insgesamt
01 Land-, Forst- und Tierwirtschaft und Gartenbau	+	-	---	---	–15,1
02 Rohstoffgewinnung, Produktion und Fertigung	+++	-	--	---	–6,5
03 Bau, Architektur, Vermessung und Gebäudetechnik	++	+	--	---	–1,3
04 Naturwissenschaft, Geografie und Informatik	+++	=	-	--	18,6
05 Verkehr, Logistik, Schutz und Sicherheit	+++	+	-	---	–2,6
06 Kaufmännische Dienstleistungen, Warenhandel, Vertrieb, Hotel und Tourismus	+++	+	-	---	–3,8
07 Unternehmensorganisation, Buchhaltung, Recht und Verwaltung	+++	-	-	---	1,4
08 Gesundheit, Soziales, Lehre und Erziehung	++	+	+	---	8,9
09 Sprach-, Literatur-, Geistes-, Gesellschafts- und Wirtschaftswissenschaften, Medien, Kunst, Kultur und Gestaltung	+++	+	+	---	16,3
00 Militär	=	--	---	---	–21,4
Insgesamt	29,8	–0,4	–4,6	–28,3	0,6
"+++" >= 25 %; "++" >= 10 % & < 25 %; "+" >=1 & < 10 %; "=" > -1 % & < 1 %; "-" =<- 1 % & > -10 %; "--" =< -10 % & > -25 %; "---" =< -25 %					

Quelle: Economix (Prognose 2016, T18a)

3.5 Arbeitskräfteengpässe

3.5.1 Fachliche Berufsbildung

Das Arbeitsangebot des *Basisszenarios* wird nicht ausreichen, um den Qualifikationsbedarf einer forcierten Digitalisierungsstrategie zu decken. Nach unseren Berechnungen erhöht die beschleunigte Digitalisierung den Bedarf an Arbeitskräften mit Hochschulbildung im Vergleich zum *Basisszenario* bis zum Jahr 2030 um 530.000 Erwerbstätige, darunter 170.000 Rechts-, Wirtschafts- und Sozialwissenschaftler, 140.000 Ingenieure, 90.000 Mathematiker und Naturwissenschaftler sowie 70.000 Sprach- und Kulturwissenschaftler und 30.000 Künstler und Kunstwissenschaftler (Tabelle 15). Die Digitalisierungsstrategie erfordert daher nicht nur den zusätzlichen Ausbau der Informatik, sondern erfasst sehr viele Bereiche der tertiären Bildung.

Dies ist z. T. Folge des höheren gesamtwirtschaftlichen Wachstums, vor allem aber sind diese Bildungsbereiche notwendiger Bestandteil der Digitalisierung. Dies gilt insbesondere für die Wirtschaftswissenschaften, die Sprachwissenschaften und die künstlerischen Berufe. Bei beschleunigter Digitalisierung werden im Vergleich zu 2014 2,5 Millionen zusätzliche Arbeitskräfte mit Hochschulbildung gebraucht – eine Steigerungsrate von 30 %. Im *Basisszenario* liegt der Zusatzbedarf bei 2 Millionen (+23 %).

Der Bedarf an dual ausgebildeten Arbeitskräften geht hingegen leicht zurück. Er sinkt im Zuge der forcierten Digitalisierung um 140.000, sodass 2030 rund 90.000 Arbeitskräfte weniger benötigt werden als 2014 (–0,4 %). Beschäftigungsverluste zeigen sich vor allem bei Arbeitskräften mit einer Ausbildung in Fertigungs- und Metallberufen, bei Organisations-, Verwaltungs- und Büroberufen, in Gesundheits- und sozialen Berufen sowie bei Körperpflegern, Gästebetreuern, in hauswirtschaftlichen Berufen und bei Reinigungsberufen. Davon ausgenommen sind Arbeitskräfte mit einer technischen Ausbildung, Waren- und Dienstleistungskaufleute/Versand- und Verkehrsberufe und Pflegeberufe.

Der Bedarf an Arbeitskräften mit Fachschulbildung ist auch im Szenario *Beschleunigte Digitalisierung* rückläufig. Er sinkt bis 2030 um 210.000 (–5 %). Allerdings wirkt sich die beschleunigte Digitalisierung positiv aus, sodass 2030 etwa 50.000 Arbeitskräfte mehr erforderlich sind als bei stetiger Digitalisierung. Auch hier fehlen in erster Linie Arbeitskräfte mit einer Fachschulbildung in technischen und kaufmännischen Berufen.

Arbeitskräfte ohne berufliche Bildung werden im Szenario *Beschleunigte Digitalisierung* noch weniger gebraucht als im *Basisszenario*. Insgesamt geht die Zahl der Erwerbspersonen bis 2030 um 2,0 Millionen gegenüber 2014 zurück (–28 %). Dies sind 180.000 mehr als im *Basisszenario*.

Die Herausforderung der beschleunigten Digitalisierungsstrategie wird darin bestehen, das Potenzial an gering ausgebildeten Arbeitskräften zu mobilisieren. Insgesamt gehörten 2014 7,8 Millionen Erwerbspersonen diesem Bildungssegment an, und durch die Zuwanderung steigt dieses Potenzial weiter. Es kommt also darauf an, einen möglichst hohen Anteil dieser Arbeitskräfte für die berufliche Bildung zu motivieren. Dazu ist die erfolgreiche Integration der Flüchtlinge erforderlich. Vor allem aber ist eine Verbesserung der beruflichen Bildung der bereits im Arbeitsprozess stehenden Arbeitskräfte unabdingbar. Dabei kommt es darauf an, die berufliche Qualifikation der Arbeitskräfte auf allen Niveaus gleichzeitig zu verbessern, nicht allein auf der untersten Ebene. Nur so lässt sich der stark steigende Bedarf an tertiär ausgebildeten Arbeitskräften decken. Die beschleunigte Digitalisierung erfordert daher eine Weiterbildungsinitiative mit großer Breitenwirkung. Mit einer Fokussierung allein auf die informationstechnischen Bildungssegmente sind die Wachstumsziele nicht zu erreichen.

Tab. 15 Qualifikationsbedarf bei beschleunigter Digitalisierung
Erwerbstätige, Veränderung 2014–30

	Basisszenario		Szenario *Beschleunigte Digitalisierung*		Effekt der beschleunigten Digitalisierung	
	in 1.000	in %	in 1.000	in %	in 1.000	in PP
Hochschule	**1.995**	**23,6**	**2.524**	**29,8**	**529**	**6,3**
1 Sprach- und Kulturwissenschaften	286	16,1	360	20,3	75	4,2
2 Rechts-, Wirtschafts- und Sozialwissenschaft	794	28,4	965	34,5	171	6,1
3 Mathematik, Naturwissenschaft	286	32,3	379	42,8	93	10,5
4 Humanmedizin, Gesundheitswissenschaft	180	27,2	196	29,7	16	2,5
5 Agrar-, Forst- und Ernährungswissenschaft	7	3,7	13	7,1	7	3,5
6 Ingenieurwissenschaft	342	19,4	482	27,4	140	8,0
7 Kunst, Kunstwissenschaft	99	25,2	127	32,2	27	7,0
8 Sonstige Fächer, unbekannt	0	–8,1	0	–4,8	0	3,4
Duale Berufsausbildung	**49**	**0,2**	**–93**	**–0,4**	**–142**	**–0,6**
10 Pflanzenbauer, Tierzüchter, Fischereiberufe	–54	–9,5	–45	–7,8	9	1,6
11 Industrielle und handwerkliche Fertigungsberufe	–29	–7,1	–52	–12,7	–23	–5,6
12 Metallberufe	–80	–3,4	–165	–7,1	–85	–3,6
13 Übrige Fertigungsberufe	9	0,6	–57	–3,3	–66	–3,8
14 Bauberufe	–16	–1,3	–2	–0,1	14	1,1
15 Technische Berufe	–39	–4,9	11	1,4	50	6,3
16 Waren- und Dienstleistungskaufleute, Versandfertigmacher, Verkehrsberufe	274	4,8	366	6,4	92	1,6
17 Organisations-, Verwaltungs- und Büroberufe	–443	–9,2	–500	–10,4	–57	–1,2
18 Private Dienstleistungsberufe	–12	–1,2	33	3,2	46	4,3
19 Gesundheits- und soziale Berufe	341	14,0	268	11,0	–73	–3,0
20 Körperpfleger, Gästebetreuer, hauswirtschaftl. Berufe, Reinigungsberufe	121	6,9	71	4,0	–50	–2,8
21 Sonstige Berufe	–23	–66,1	–22	–64,6	1	1,5
Fachschule	**–252**	**–5,8**	**–199**	**–4,6**	**53**	**1,2**
22 Ingenieurberufe	–471	–24,8	–411	–21,7	60	3,2
23 Kaufmännische Assistenten	–7	–1,3	15	2,7	22	3,9
24 Informatikberufe	–11	–14,7	–6	–7,9	5	6,8
25 Künstlerische und gestalterische Berufe	16	17,0	23	24,2	7	7,2
26 Erziehungs- und Pflegeberufe	229	14,0	186	11,3	–43	–2,6
27 Sonstige Berufe	–9	–9,1	–6	–6,6	2	2,4
29 Ohne qualifizierenden Abschluss, ohne Angabe	**–1.815**	**–25,8**	**–1.992**	**–28,3**	**–177**	**–2,5**
Insgesamt	**–23**	**–0,1**	**240**	**0,6**	**263**	**0,6**

Quelle: Economix (Prognose 2016, T20)

3.5.2 Berufe

Aus der beruflichen Perspektive konzentriert sich der zusätzliche Bedarf an Arbeitskräften auf die informationstechnischen Berufe (Tabelle 16, Berufsgruppe 43). Weitere Impulse betreffen die Berufsbereiche Technische Entwicklung/Produktionssteuerung (27), Mechatronik (26), Maschinen- und Fahrzeugtechnik (25), Werbung-, Marketing-, Medienberufe (92) sowie Unternehmensführung und -organisation (71). Auch der Bedarf an lehrenden (84) und künstlerischen (94) Berufen nimmt zu. Für die überwiegende Zahl der Herstellungsberufe geht der Bedarf hingegen zurück (Berufsbereiche 1 bis 3). Auch bei einfachen Dienstleistungen wie Reinigungsberufe (54), Verkaufsberufe (62) und Verkehrsberufe (51, 52) ergeben sich negative Effekte im Zuge der beschleunigten Digitalisierung.

Tab. 16 Berufseffekte der beschleunigten Digitalisierung
Erwerbstätige, Veränderung 2014–30

	Basisszenario		**Szenario *Beschleunigte Digitalisierung***		**Effekt der beschleunigten Digitalisierung**	
	in 1.000	**in %**	**in 1.000**	**in %**	**in 1.000**	**in PP**
01 Angehörige der regulären Streitkräfte	–35	–20,3	–37	–21,4	–2	–1,1
11 Land-, Tier-, Forstwirtschaftsberufe	–141	–23,6	–148	–24,8	–7	–1,2
12 Gartenbauberufe, Floristik	–8	–1,8	–9	–2,1	–1	–0,2
21 Rohstoffgewinn, Glas-, Keramikverarbeitung	–15	–11,9	–19	–15,3	–4	–3,4
22 Kunststoff- u. Holzherst., -verarbeitung	–62	–10,6	–69	–11,8	–7	–1,2
23 Papier-, Druckberufe, techn. Mediengestalt.	–18	–4,5	–14	–3,5	4	1,0
24 Metallerzeugung, -bearbeitung, Metallbau	–164	–11,8	–188	–13,6	–24	–1,7
25 Maschinen- und Fahrzeugtechnikberufe	–159	–7,5	–94	–4,5	65	3,1
26 Mechatronik-, Energie- u. Elektroberufe	–30	–2,3	33	2,5	63	4,8
27 Technische Forschungs-, Entwicklungs-, Konstruktions- und Produktionssteuerungsberufe	–44	–4,8	–1	–0,2	43	4,6
28 Textil- und Lederberufe	–34	–18,2	–40	–21,6	–6	–3,4
29 Lebensmittelherstellung u. -verarbeitung	–122	–11,4	–136	–12,7	–14	–1,4
31 Bauplanung, Architektur, Vermessungsberufe	43	10,6	44	10,8	1	0,3
32 Hoch- und Tiefbauberufe	–28	–4,5	–32	–5,2	–4	–0,7
33 (Innen-)Ausbauberufe	–30	–5,2	–31	–5,5	–1	–0,2
34 Gebäude- u. versorgungstechnische Berufe	–32	–3,4	–13	–1,4	18	1,9
41 Mathematik-, Biologie-, Chemie-, Physikberufe	58	12,1	64	13,4	6	1,3
42 Geologie-, Geografie-, Umweltschutzberufe	10	12,3	15	18,5	5	6,2
43 Informatik- und andere IKT-Berufe	79	8,3	201	21,2	122	12,8
51 Verkehr, Logistik (außer Fahrzeugführer)	80	3,6	30	1,3	–50	–2,3

(Fortsetzung Tab. 16)

	Basisszenario		**Szenario *Beschleunigte Digitalisierung***		**Effekt der beschleunigten Digitalisierung**	
	in 1.000	**in %**	**in 1.000**	**in %**	**in 1.000**	**in PP**
52 Führer von Fahrzeug- u. Transportgeräten	–20	–1,5	–53	–3,9	–33	–2,5
53 Schutz-, Sicherheits- und Überwachungsberufe	–15	–2,3	–20	–3,0	–5	–0,7
54 Reinigungsberufe	–44	–3,0	–105	–7,1	–61	–4,1
61 Einkaufs-, Vertriebs- und Handelsberufe	71	5,7	101	8,1	30	2,4
62 Verkaufsberufe	–99	–3,5	–134	–4,8	–35	–1,2
63 Tourismus-, Hotel- und Gaststättenberufe	–176	–13,4	–172	–13,1	4	0,3
71 Berufe Unternehmensführung, -organisation	27	0,5	99	1,9	72	1,4
72 Berufe in Finanzdienstleistungen, Rechnungswesen und Steuerberatung	68	3,8	93	5,2	25	1,4
73 Berufe in Recht und Verwaltung	–63	–3,5	–66	–3,7	–3	–0,2
81 Medizinische Gesundheitsberufe	353	11,7	319	10,5	–34	–1,1
82 Nichtmed. Gesundheit, Körperpflege, Medizintechnik	104	7,7	98	7,3	–5	–0,4
83 Erziehung, soz., hauswirt. Berufe, Theologie	128	5,7	112	5,0	–16	–0,7
84 Lehrende und ausbildende Berufe	159	9,7	207	12,7	48	3,0
91 Geistes-, Gesellschafts- und Wirtschaftswissenschaften	16	14,1	20	17,6	4	3,5
92 Werbung, Marketing, kaufmännische und redaktionelle Medienberufe	88	12,6	140	20,0	52	7,4
93 Produktdesign, Kunsthandwerk	13	6,8	17	9,0	4	2,2
94 Darstellende, unterhaltende Berufe	19	6,9	31	11,3	12	4,4
Insgesamt	**–23**	**–0,1**	**240**	**0,6**	**263**	**0,6**

Quelle: Economix (Prognose 2016, T20)

3.5.3 Erwerbslosigkeit

Die beschleunigte Digitalisierung wird die gesamtwirtschaftliche Erwerbslosigkeit um 0,6 Prozentpunkte auf 2,4 % der Erwerbspersonen absenken (Tabelle 17). Dies wird aber nicht alle Berufe in gleicher Weise begünstigen, sondern vor allem die Berufe mit den niedrigsten Erwerbslosenquoten. In Berufen mit hohen Erwerbslosenquoten werden sie hingegen mehrheitlich weiter ansteigen. Die beschleunigte Digitalisierung trägt auch hier zur Segmentierung der Erwerbslosigkeit auf dem Arbeitsmarkt bei.

Tab. 17 Erwerbslosenquoten bei beschleunigter Digitalisierung
Erwerbslose in % der Erwerbspersonen

	Szenario *Beschleunigte Digitalisierung* Erwerbslosenquote 2030 in %	**Abweichung zum *Basisszenario* in PP**
Berufe mit den höchsten Erwerbslosenquoten		
54 Reinigungsberufe	7,5	0,2
28 Textil- und Lederberufe	5,4	1,1
21 Rohstoffgewinn, Glas-, Keramikverarbeitung	4,9	1,1
29 Lebensmittelherstellung u. -verarbeitung	4,8	–1,1
51 Verkehr, Logistik (außer Fahrzeugführer)	4,3	0,0
32 Hoch- und Tiefbauberufe	4,3	–1,6
23 Papier-, Druckberufe, techn. Mediengestalt.	4,2	1,3
11 Land-, Tier-, Forstwirtschaftsberufe	4,2	–0,8
52 Führer von Fahrzeug- u. Transportgeräten	4,1	0,2
22 Kunststoff- u. Holzherst., -verarbeitung	4,1	–0,9
Berufe mit den niedrigsten Erwerbslosenquoten		
43 Informatik- und andere IKT-Berufe	0,7	–1,3
31 Bauplanung, Architektur, Vermessungsberufe	0,8	–0,7
92 Werbung, Marketing, kaufm., red. Medienberufe	1,0	–1,1
42 Geologie-, Geografie-, Umweltschutzberufe	1,0	–0,8
27 Techn. Entwickl., Konstruktion, Produktionssteuerung	1,0	–0,9
26 Mechatronik-, Energie- u. Elektroberufe	1,1	–1,8
91 Geistes-, Gesellschafts- und Wirtschaftswissenschaften	1,1	–0,4
84 Lehrende und ausbildende Berufe	1,1	–0,4
94 Darstellende, unterhaltende Berufe	1,1	–1,8
25 Maschinen- und Fahrzeugtechnikberufe	1,2	–1,9
Insgesamt	**2,4**	**–0,6**

Quelle: Economix (Prognose 2016, T19)

3.6 Digitalisierung der Arbeitswelt

Aus unserer Analyse wird die prinzipielle Wirkungsrichtung der Digitalisierung auf dem Arbeitsmarkt erkennbar:

- Im Gegensatz zu den Bedenken, dass eine Vielzahl von Arbeitsplätzen durch die Digitalisierung gefährdet wäre, zeigen unsere Modellrechnungen eine positive Arbeitsmarktbilanz bei beschleunigter Digitalisierung. Ein „Ende der Arbeit" ist nicht absehbar. Im Gegenteil, die positiven Wachstumseffekte auf den

Produktmärkten führen zu einer im Vergleich zum *Basisszenario* höheren Beschäftigung. Zwar ist dieses Ergebnis nur unter den konkreten Modellannahmen unseres Szenarios gültig, aber wir gehen davon aus, dass es realistisch und umsetzbar ist.

- Die beschleunigte Digitalisierung ist in der Lage, das Wachstum der Arbeitsproduktivität langfristig anzuheben und damit sowohl das Wirtschaftswachstum zu steigern als auch die Erwerbslosigkeit zu senken. Sie führt aber gleichzeitig zu höherer Arbeitskräftenachfrage und ist daher wenig geeignet, den bestehenden und für die Zukunft absehbaren Fachkräftemangel zu beheben.
- Der ohnehin wachsende Bedarf an qualifizierten Arbeitskräften wird im Zuge der rascheren Digitalisierung nochmals erhöht. Eine Polarisierung des Qualifikationsbedarfs durch sinkende Nachfrage nach mittleren Qualifikationen bei wachsender Nachfrage nach hoch als auch gering Qualifizierten zeigt sich in unseren Berechnungen nicht. Der Grund dafür liegt in unserer empirisch gestützten Annahme, dass die Anpassung der Tätigkeitsprofile an den Technologiewandel umso besser gelingt, je höher das Qualifikationsniveau ist. Zur Einschätzung der qualifikationsspezifischen Effekte kommt es daher nicht allein auf die „Gefährdungspotenziale“ durch digitale Technik an, sondern gleichermaßen auf die Anpassungsflexibilität von Beschäftigten und Unternehmen.
- Im Vergleich zum *Basisszenario* mit stetiger Digitalisierung forciert die *Beschleunigte Digitalisierung* nach unserer Einschätzung den strukturellen Wandel der Beschäftigung in Richtung der IT-Berufe sowie technischer, naturwissenschaftlicher und wirtschaftswissenschaftlicher Berufe. Gleichzeitig sinkt die Nachfrage nach einfachen Fertigungs-, Handels- und Dienstleistungsberufen. Über die qualifikationsspezifische Anpassung hinaus erhöht dies die Anforderungen an die Mobilität der Arbeitskräfte, denn dieser Strukturwandel erfordert vielfach den Arbeitsplatzwechsel zwischen Unternehmen, Branchen und Regionen.
- Der verschärfte Fachkräftemangel wird die Verhandlungsposition der Arbeitnehmer sowohl individuell als auch kollektiv stärken. Gleichzeitig werden die Unternehmen versuchen, auch die weniger Leistungsfähigen produktiv einzusetzen. Befürchtungen, die Digitalisierung werde die Lohndifferenzierung vertiefen, finden in diesen Entwicklungen keine Bestätigung. Allerdings werden besondere Engpasslagen auf dem Arbeitsmarkt – wie z. B. bei IT-Berufen – auch zu stärkeren Lohnsteigerungen führen.
- Das Auseinanderdriften der personellen Einkommensverteilung – wie es auch in Deutschland zu beobachten ist – wird durch die beschleunigte Digitalisierung zwar nicht aufgehalten, aber auch nicht nennenswert unterstützt. Dazu fehlen in Deutschland die großen und beherrschenden IT-Unternehmen, die wenigen Eigentümern große Gewinne ermöglichen. Die Entwicklung der Industrie-4.0-Konzepte wird keine solchen Gewinnchancen bieten und die Verhältnisse eher an die Bedingungen der deutschen Investitionsgüterindustrien als an die des Silicon Valley heranführen.

Aus diesen Wirkungsrichtungen ergeben sich mehrere Ansatzpunkte für die Arbeitsmarkt-, Bildungs- und Beschäftigungspolitik, die wir im Folgenden näher erläutern wollen.

3.6.1 Investitionen in das Humankapital

Damit die produktivitäts- und wachstumssteigernden Effekte der Digitalisierung wirksam werden, haben wir angenommen, dass entsprechend in das Humankapital investiert wird. Dazu gehören Maßnahmen zur Förderung der „digital literacy", wie sie nach Plänen des BMAS vorgesehen sind (BMAS 2015: 62). Die schulische und vor allem die berufsbildende und universitäre Bildung wird die Basis für ein breites Wissen legen müssen, da im Zuge der beschleunigten Digitalisierung nicht nur spezifisches IT-Wissen, sondern auch übergreifendes Wissen notwendig sein wird. So wird gerade in der Produktion Querschnittwissen, also beispielsweise der Umgang mit Messdaten in automatisierten Produktionsumgebungen, zunehmend an Bedeutung gewinnen (Apt et al. 2016: 29). Dabei werden sich Arbeitskräfte wohl schon auf mittlerer Qualifikationsebene höheren Komplexitäts-, Abstraktions- und Problemlösungsanforderungen gegenübersehen als heute (Ahrens/Spöttl 2015: 200, Pfeiffer et al. 2015). Die Technisierung beispielsweise der Pflege wird zu neuen Qualifikationsbedarfen in Pflegeberufen führen, die das Verständnis der Funktionsweise von Assistenzsystemen voraussetzt (Apt et al. 2016: 34–35). Zudem werden Unternehmen in Zukunft auch Soft Skills (zum Beispiel Selbstorganisationsfähigkeit, interkulturelle Kompetenzen, soziale Intelligenz, Kreativität) vermehrt nachfragen, da Erwerbstätige zunehmend flexible und wechselnde Tätigkeiten werden erfüllen müssen.

In Bezug auf selbständige Weiterbildung wird auch die Qualifizierung über Open Educational Resources (OER), das heißt offene Bildungsmaterialien, die über digitale Kanäle verbreitet werden, eine größere Rolle spielen. OER-Infrastrukturen haben das Potenzial, ein wichtiger Bestandteil des lebenslangen Lernens zu werden (DIPF 2016: 54). Hier stellt sich allerdings die Frage nach der Anerkennung dieser Qualifikationen. Bisher ist das deutsche Weiterbildungssystem zersplittert, intransparent und unübersichtlich. Ein allgemein anerkannter Nachweis von Qualifikationen, die außerhalb des formalen Bildungssystems erworben wurden, ist schwierig. Vor allem im Bereich der informellen bzw. prozessimmanenten Weiterbildung muss das Problem gelöst werden, ob und wie Kompetenzen formal anerkannt werden können. Gerade für die berufliche Weiterbildung für produktionsnahe Tätigkeiten wird die Herausforderung darin liegen, zertifizierbare Kompetenzen zu vermitteln und begleitetes und gestaltetes Lernen in die Arbeitsprozesse zu integrieren (vgl. Dworschak/Zaiser 2016). Auch informell erworbene Fähigkeiten (beispielsweise durch Lern-/Tutorensysteme und Lernen am Arbeitsplatz) werden zunehmend an Bedeutung gewinnen. Assistenzsysteme könnten nach vorliegenden Analysen in den nächsten fünf Jahren vermehrte Verbreitung finden, Tutorensysteme könnten bis 2025 die Funktion erfahrener Mitarbeiter übernehmen bzw. unerfahrene Mitarbeiter unterstützen (Apt et al. 2016: 56). Darüber hinaus wird das Bildungssystem

seine Bildungswege besser verbinden müssen, um sich durchgehend zu flexibilisieren und dadurch die notwendige Aufstiegsmobilität zu erreichen.

Zudem gilt es, die Weiterbildungschancen auch jener zu erhöhen, die sich bislang wenig beteiligt haben. Weiterbildungschancen in Deutschland sind nach wie vor ungleich verteilt (BMAS 2015: 60–61). Arbeitnehmer mit einem höheren Bildungsniveau weisen eine weit höhere Weiterbildungsbeteiligung auf als Arbeitnehmer mit geringem Bildungsniveau (OECD 2015). Zurück bleiben derzeit Langzeitarbeitslose, Geringverdiener sowie Erwerbstätige, die in Betrieben arbeiten, in denen Weiterqualifizierung nicht bedeutend ist oder in denen keine betriebsfinanzierte Weiterbildung verfügbar ist (Bertelsmann 2016: 9). Grundsätzlich ist zu erwarten, dass sich die Weiterbildungsmöglichkeiten durch digitale Lehrangebote in bislang wenig weiterbildungsaffinen Betrieben verbessert, da Kosten gesenkt und Zugangsmöglichkeiten vereinfacht werden. Die Verbreitung selbstgesteuerter Weiterbildung über Open Ressources birgt allerdings die Gefahr, dass jene Erwerbspersonen, die über weniger digitale Kompetenzen verfügen und bislang weniger Lernerfahrung haben, von der allgemeinen Weiterbildungsdynamik abgehängt werden. Dies gilt es zu vermeiden. Umsonst ist die digitale Weiterbildung zudem nicht. Um nicht zu riskieren, dass bestimmte Arbeitnehmergruppen in einer immer flexibler werdenden Arbeitswelt unflexibel bleiben, wird es notwendig sein, die Weiterbildung für diese Gruppen auch staatlich zu fördern. Dabei sollten nicht nur Maßnahmen zur Verhinderung drohender Arbeitslosigkeit, sondern auch zur Unterstützung der beruflichen Flexibilität im Mittelpunkt stehen.

Wir gehen davon aus, dass hier Fortschritte erzielt werden und eine Strukturierung und Förderung der Weiterbildung staatlicherseits angestrebt wird.[39] Dies ist eine Voraussetzung, um die angenommenen Produktivitätssteigerungen auch tatsächlich zu realisieren.

3.6.2 Flexibilisierung der Arbeit

Die Digitalisierung hat entgegengesetzte Effekte auf Autonomie und Tätigkeitsinhalte am Arbeitsplatz. Auf der einen Seite entstehen neue monotone Tätigkeiten mit geringen Entscheidungsspielräumen, und die digitalen Kontrollmöglichkeiten nehmen tendenziell zu. Die Digitalisierung hat das Potenzial, in einigen Tätigkeitsbereichen die bisherigen Tendenzen zur Anreicherung der Tätigkeitsprofile aufzuheben. Zugleich jedoch steigen die Anforderungen an die Projektorganisation der Arbeit und an Projektmanagementkompetenzen. Verantwortung und Autonomie werden bei einer Reihe von Tätigkeiten und betrieblichen Funktionen zunehmen (z. B. Aufgaben der Koordination und Problemlösung). Dies kann bereichernd sein und die Arbeitszufriedenheit erhöhen. Zugleich kann sich aber auch der Druck auf diese Arbeitnehmer erhöhen. Einer Zerlegung der Arbeit in einzelne monotone, digital auszuführende Arbeitsschritte stehen also wachsende Anforderungen gegenüber. In

39 Apt et al. (2016: 37) schlagen beispielsweise ein System der *Digitalen Credit Points* vor, die von Arbeitgebern im Falle eines Wechsels anerkannt werden.

beiden Fällen wird es darum gehen, den Schutz der Mitarbeiter vor nachhaltigen Stressbelastungen zu gewährleisten und darüber hinaus die Arbeitsqualität zu erhöhen (Apt et al. 2016).

Mit Blick auf die Flexibilisierung der Arbeit in Raum, Zeit und inhaltlicher Gestaltung werden die Auswirkungen der Digitalisierung derzeit kritisch diskutiert. Die Flexibilisierungspotenziale, die sich durch die Digitalisierung ergeben, zeigen entgegengesetzte Wirkungen auf verschiedene Erwerbstätigengruppen. Grundsätzlich kann eine höhere zeitliche und räumliche Flexibilität im Interesse des Arbeitenden und/oder des Arbeitgebers oder Auftraggebers sein. Hierbei kann es aber auch zu Interessenskonflikten kommen, für die Kompromisse gefunden werden müssen.

Ein weiterer Aspekt ist die Flexibilisierung der Anstellungsverhältnisse durch die verstärkte Nutzung von Outsourcing und Solo-Selbständigkeit. Bislang ist der Umfang des Crowdworkings und neuer Formen der digitalen Solo-Selbständigkeit in Deutschland allerdings gering und hat in den letzten Jahren nicht zugenommen (Düll 2016b). Damit deutet sich an, dass diese Formen der Arbeitsflexibilisierung an Grenzen stoßen, weil sich z. B. nur kleinere und standardisierte Teilaufgaben aus der Produktionskette lösen lassen, etwa, weil der Kontrollaufwand steigt oder weil Know-how gesichert werden soll. Wir gehen daher nicht davon aus, dass das Unternehmen als Organisationsform geschwächt wird. Dafür sind die Vorteile geringer Transaktionskosten nach wie vor zu groß. Wir erwarten jedoch, dass Selbständigkeit der Tendenz nach zunimmt, da die Digitalisierung die Möglichkeiten zur Flexibilisierung der Arbeit erhöht. Dies gilt zum einen für eine größere Zahl von Start-up-Unternehmen, die durch das enorme Innovationspotenzial der digitalen Technik ermöglicht werden, zum anderen gilt es für ältere Beschäftigte, bei denen die Erhöhung der Erwerbsquoten in den letzten Jahren mit einer Erhöhung der Selbständigkeit einhergegangen ist (Brenke 2015: 794).

Es entstehen somit neue Spaltungsmuster auf dem Arbeitsmarkt. Der prekären Situation von Erwerbstätigen an der Peripherie des Arbeitsmarktes steht die wachsende Macht der Arbeitnehmer auf den internen Arbeitsmärkten gegenüber. Diese Verbesserung der Machtposition beruht sowohl auf der Verknappung des Faktors Arbeit als auch auf der wachsenden Bedeutung des Wissens für den Erfolg der Unternehmen. Im Gegenzug schwächt dies die Position von Beschäftigten in Überschussberufen und in Berufen mit geringen Qualifikationsanforderungen. Die Segmentierungslinie zwischen jenen, die „austauschbare“ Kenntnisse besitzen und jenen, die als Know-how-Träger gelten, wird durch die Digitalisierung verschärft. Der über Qualifikation und Wissen laufende Wettbewerb um Arbeitsplätze nimmt zu.

3.6.3 Entwicklung eines Flexicurity-Konzepts

Das Szenario *Beschleunigte Digitalisierung* zeigt, dass der forcierte Einsatz der digitalen Technik den Strukturwandel des Arbeitsmarktes verstärkt. Wir gehen zwar davon aus, dass es den Sozialpartnern gelingt, einen „Neuen Flexibilisierungskompromiss“

zu finden[40] – dem Staat kommt aber gleichwohl die Aufgabe zu, den Arbeitsschutz den neuen Gefahren anzupassen. Um die notwendige Akzeptanz für eine beschleunigte Digitalisierung in der Bevölkerung zu gewinnen, ist es daher notwendig, die Arbeitsmarktpolitik in Richtung eines Flexicurity-Modells weiterzuentwickeln. Dazu gehören beispielsweise die stärkere Verknüpfung von Arbeitslosigkeit und Weiterbildung, die Einbeziehung von Solo-Selbständigen in die Arbeitslosenversicherung oder im weiteren Sinne die Eingliederung von Selbständigen in die Pflichtversicherung, der verbesserte Schutz von Arbeitnehmern bei Insolvenzen und der Ausbau von Umschulung und Mobilitätshilfen. Die Zielrichtung eines solchen Flexicurity-Ansatzes besteht in der Verminderung der Arbeitnehmerrisiken bei Umstrukturierung, Unternehmensauflösungen und den daraus resultierenden Arbeitsplatzwechseln. Er sichert letztlich die Akzeptanz für den beschleunigten Strukturwandel und verringert die Streikrisiken.

3.6.4 Auswirkungen auf das Arbeitsangebot

Die digitale Technik kann helfen, die Zugangsbarrieren zum Arbeitsmarkt zu verringern. Zum Beispiel können körperlich Behinderte technisch unterstützt werden, das Home-Office kann zeitlich weniger flexiblen Arbeitskräften die Teilnahme am Erwerbsleben ermöglichen, Arbeits- und Lernhilfen können die Arbeit vereinfachen. Damit kann die digitale Technik auch zur Ausweitung des Arbeitsangebots beitragen und insbesondere die Erwerbsquoten von Frauen und Älteren steigern. Diese Entwicklungen haben wir weitgehend in unserem *Basisszenario* berücksichtigt. Im Szenario *Beschleunigte Digitalisierung* haben wir daher keine angebotserweiternden Effekte angenommen – auch, um die Nachfragewirkungen der Digitalisierung nicht mit den Angebotswirkungen zu vermischen. Gleichwohl sehen wir sowohl bei den Erwerbsquoten von Frauen und älteren Arbeitnehmern als auch in der Ausweitung der Arbeitszeiten von Teilzeitbeschäftigten durchaus noch Luft nach oben.

Ein weiterer Anstieg der Erwerbsquoten Älterer kann gelingen, wenn die Digitalisierung bewusst dazu genutzt wird, um die Produktivität älterer Arbeitnehmer zu erhöhen und Arbeitsprozesse zu optimieren. Assistenz- und Tutorensysteme können hier einen Beitrag leisten. Die Frauen könnten die Gewinnerinnen der Digitalisierung werden, z. B. durch Unternehmensgründungen im Dienstleistungsbereich, bessere Karriereaussichten in der Industrie bei Rückgang manueller Tätigkeiten in traditionellen Männerdomänen oder steigende Attraktivität von Ingenieurberufen im Zuge sich wandelnder Tätigkeitsmuster. Dies kann vor allem auch dann gelingen, wenn die MINT-Offensive weiter vorangetrieben wird. Zudem kann angenommen werden, dass die sektoralen und betrieblichen Sozialpartner die Chancen der Digitalisierung für die bessere Vereinbarkeit von Arbeit und Beruf aktiv gestalten.

40 Wie es auch im Grünbuch Arbeiten 4.0 des BMAS (2015) formuliert wird. Gewerkschaften und Betriebsräte haben bereits diese Thematik aufgegriffen, siehe beispielsweise auf der Betriebs- und Personalrätekonferenz „Digitalisierte Dienstleistung. Gestaltung guter, fairer Arbeit 4.0“ in Düsseldorf am 19. Mai 2016 oder bei Degryse (2016).

Ein wesentlicher Beitrag zur Ausweitung des Arbeitsangebots käme vor allem durch Zeitgewinne, wie sie durch Ausweitung der Telearbeit, Digitalisierung von Haushalt und Verkehr, durch Online-Einkäufe und viele andere Möglichkeiten eröffnet werden. Die auf diese Weise eingesparte Zeit kann für mehr Erwerbstätigkeit verwendet werden, ohne dass die Freizeit verkürzt wird. Die beschleunigte Digitalisierung birgt zwar auch die Gefahr, dass Tätigkeiten von den Unternehmen auf die Konsumenten abgewälzt werden (Meil 2016), allerdings erscheinen die Zeitgewinne im Zuge der Digitalisierung groß genug, um sowohl die Arbeits- als auch die Freizeit zu erweitern. Der rechnerische Effekt solcher Zeitgewinne auf das Arbeitsangebot läge bei 840.000 Erwerbspersonen (vgl. Box).

Dieses einfache Rechenbeispiel zeigt die Potenziale der Digitalisierung auf die Ausweitung des Arbeitsangebots und ließe sich auch auf die Ausweitung der Lebensarbeitszeit bei verbesserten Arbeitsbedingungen übertragen. Werden die Möglichkeiten der Digitalisierung offensiv genutzt, um die Arbeitsbedingungen im Laufe des Arbeitslebens und die Vereinbarkeit von Familie und Beruf zu verbessern und um ältere Arbeitnehmer im Arbeitsmarkt zu halten, könnten auch hiervon positive Effekte auf das angebotene Arbeitsvolumen ausgehen.

Wenngleich in der Vergangenheit Telearbeitsmodelle nur zögerlich genutzt wurden und lange gebraucht haben, bis sie akzeptiert wurden, kann sich das in einer Ökonomie, die bewusst die Vorteile der Digitalisierung zu nutzen sucht, ändern. Es gilt daher, die Potenziale einer digitalen Arbeitswelt erst zu entdecken.

Zeitgewinne durch Digitalisierung

Zeitgewinne eröffnen sich z. B. durch geringere Pendlerzeiten aufgrund der Ausweitung der Telearbeit, geringere Zeiten für Einkaufen und Haushalt, Optimierung des Verkehrs und Nutzung digitaler Dienstleistungen. Die so gewonnene Zeit kann grundsätzlich für längere Arbeitszeiten oder für mehr Freizeit genutzt werden.

Gehen wir davon aus, dass nur Teilzeitbeschäftigte an einer Erhöhung ihrer Arbeitszeit interessiert sind und die Teilzeitarbeitenden die gewonnene Zeit je zur Hälfte für mehr Arbeit und mehr Freizeit verwenden, dann ergibt sich aus der „digitalen“ Zeitersparnis folgender Effekt:

Jede Stunde durch Digitalisierung eingesparter Zeit würde das tägliche Arbeitsvolumen der Teilzeitbeschäftigten um eine halbe Stunde erhöhen, also um 2,5 Stunden pro Woche. Bei einer Teilzeitquote von 27 % in 2030 würde dies die an einem bestimmten Stichtag angebotenen Arbeitsstunden um 6 Millionen Stunden erhöhen (bzw. um rund 30 Millionen Stunden in der Woche). Bei einer durchschnittlichen Arbeitszeit von 35,2 Stunden in der Woche käme man rein rechnerisch auf eine Ausweitung des Arbeitsangebots um 840.000 Erwerbspersonen.

4 Schlussfolgerungen und Empfehlungen

Strategien zur Bewältigung des demografischen Wandels

Unsere bisherigen Prognosen und Simulationen zeigen, dass keine der untersuchten Strategien zur Bewältigung des demografischen Wandels für sich genommen in der Lage ist, die negativen Auswirkungen der niedrigen Geburtenraten auf das Arbeitsangebot und die Beschäftigung aufzufangen. Durch ihre Kombination können gleichwohl nennenswerte Effekte erzielt werden:

- Die Steigerung der Erwerbsbeteiligung von Frauen und Älteren kann den bei konstanten Erwerbsquoten zu erwartenden Rückgang in der Zahl der Erwerbspersonen von 6,1 Millionen auf etwa die Hälfte begrenzen (Vogler-Ludwig/Düll 2013: 104). Die Alterung der Erwerbspersonen wird dadurch allerdings nicht aufzuhalten sein.
- Langfristig wird der Bevölkerungsrückgang nur durch eine steigende Geburtenziffer vermieden werden können. Dazu ist aber ein grundlegender Wertewandel durch eine „Willkommenskultur für Kinder" erforderlich. Mit einer auf 1,9 steigenden Geburtenrate wäre es immerhin möglich, das Absinken der Zahl der Erwerbspersonen bis 2050 in Kombination mit den anderen angebotserweiternden Maßnahmen auf lange Frist zu verlangsamen (Vogler-Ludwig/Düll/Kriechel 2015: 114).
- Die Zuwanderung kann – je nach Umfang – den Rückgang des Arbeitsangebots um eine bis 1,4 Millionen abmildern. Dabei liegt der Effekt der Zuwanderung nicht nur in der günstigeren Entwicklung der Zahl der Arbeitskräfte, sondern auch in der Verjüngung der Erwerbspersonen. Die Flüchtlingswanderung wirft allerdings ernst zu nehmende Probleme hinsichtlich der Qualifikation der zur Verfügung stehenden Arbeitskräfte auf und erfordert erhebliche Investitionen in die berufliche Bildung.
- Die beschleunigte Digitalisierung der deutschen Wirtschaft kann den Produktivitätsfortschritt spürbar steigern. Dadurch kann nach unseren Berechnungen etwa ein Achtel des demografisch bedingten Rückgangs in der Zahl der Erwerbspersonen kompensiert werden. Aus demografischer Sicht ist dies ein vergleichsweise kleiner Effekt. Allerdings nimmt seine Wirkung im Prognoseverlauf deutlich zu.

Keine Linderung des Fachkräftemangels

Die Hoffnung, die Engpässe auf dem Arbeitsmarkt durch die Erweiterung des Arbeitsangebots oder durch ein stärkeres Produktivitätswachstum zu verringern, bleibt allerdings unerfüllt. Die Ausweitung der Zahl erwerbstätiger Menschen, sei es durch höhere Erwerbsquoten, mehr Zuwanderung oder Steigerung der Geburtenrate, führt zu Nachfrageeffekten auf den Gütermärkten, Wachstumsgewinnen und damit zu höherer Nachfrage nach Arbeitskräften. Die gesamtwirtschaftliche Arbeitsmarktbilanz kommt daher – trotz der positiven Effekte auf das Arbeitsangebot – nicht ins Gleichgewicht, und der Fachkräftemangel bleibt je nach Stärke des Multiplikatoreffekts bestehen. Gleiches gilt für die Erhöhung der Produktivität im Zuge der Digitalisierung. Von ihr gehen erhebliche positive Effekte auf das Produktionsvolumen aus, sodass der Arbeitskräftebedarf am Ende höher liegt als ohne die Produktivitätssteigerung.

Erst wenn die Wirtschaft ihre Produktions- und Wachstumsziele an die Entwicklung des Arbeitsangebots anpasst, kommt eine Annäherung an die Gleichgewichtslage zustande. In einer Situation sinkenden Arbeitsangebots widerspricht dies allerdings allen bekannten Planungen und wäre nur in einem Szenario denkbar, in dem sich Wirtschaft und Gesellschaft mit dem demografischen Wandel abfinden, manche ihn sogar als Chance für ein ruhigeres und möglicherweise anspruchsloseres Leben sehen. Unser Versuch, dieses Szenario zu beschreiben, resultierte aber in erheblichen Verteilungskonflikten, die durch die ungleiche Verteilung von Vermögen, Beschäftigungschancen und Einkommen ausgelöst werden (Vogler-Ludwig/Düll 2013: 54). Wir halten dieses Szenario einer „schrumpfenden, aber glücklichen“ Gesellschaft daher für wenig realistisch und haben dafür auch keine Zahlen vorgelegt.

Einwanderungsland Deutschland

Es ist durchaus denkbar, dass wir mit unseren Prognosen zu pessimistisch sind, insbesondere im Hinblick auf die Entwicklung von Arbeitsangebot und Beschäftigung. Die bisherigen Erfahrungen zeigen, dass sich Deutschland immer wieder für die Aufnahme von Arbeitskräften aus dem Ausland entschieden und so die Engpässe in der Verfügbarkeit von Arbeitskräften zumindest phasenweise aufgelöst hat. Dies war in den 1980er und 1990er Jahren nicht anders als in den 1960er und 1970er Jahren. Dabei sind die Einwanderungswellen der letzten Jahrzehnte eher von historischen Ereignissen als von einer vorausschauenden Arbeitsangebotspolitik ausgelöst worden. Aber durch ihre positiven wirtschaftlichen Effekte stellten sie sich jedes Mal gesamtwirtschaftlich als nützlich heraus, sei es, um die Arbeitskräfteengpässe der 1960er und 1970er Jahre zu überwinden oder um der Konsum- und Investitionsflaute der 1980er Jahre entgegenzuwirken. Damit ist es sehr wahrscheinlich, dass Deutschland dem langfristig wirkenden demografischen Wandel auch in Zukunft durch Einwanderung begegnen wird.

Lange hat sich Deutschland dagegen gewehrt, als Einwanderungsland zu gelten und sich als solches zu verstehen. Im Zuge der jüngsten Einwanderungswelle ist daher erneut eine heftige Protestbewegung gegen die massenhafte Aufnahme von Men-

schen aus dem Ausland entstanden. Durch die Höhe der Zuwanderung ist sie auch besonders stark ausgefallen. Dennoch setzt die Politik verstärkt auf Integration, basierend auf der Verpflichtung zur Hilfe in der Not und einem weltoffenen Selbstverständnis, das vom überwiegenden Teil der Bevölkerung getragen wird. Es ist daher zu erwarten, dass mit zunehmender Integration der eingewanderten Bevölkerung die Proteste nachlassen und die durch die neue Bevölkerung erreichten Vorteile sichtbar werden.

Man könnte daher auch eine Prognose erstellen, in der die Zuwanderung umso wahrscheinlicher wird, je knapper die Versorgung mit Arbeitskräften auf dem heimischen Arbeitsmarkt ausfällt. Die Option „Zuwanderung“ würde nach diesen Annahmen umso eher zum Ausgleich des Bevölkerungsrückgangs und der Alterung gewählt, je weniger es gelingt, die Geburtenziffern anzuheben und dadurch den natürlichen Bevölkerungsrückgang zu bremsen. Nach unseren Vorausberechnungen dürfte dies in der zweiten Hälfte der zwanziger Jahre dieses Jahrhunderts der Fall sein, wenn das Arbeitsangebot erneut zu sinken beginnt und die deutsche Wirtschaft – weiteres Wirtschaftswachstum vorausgesetzt – in die nächste Phase des Arbeitskräftemangels eintritt.

Wir haben dieses Szenario nicht zur Grundlage unserer Berechnungen gemacht, denn der gesellschaftliche Konsens für ein „Einwanderungsland Deutschland“ scheint noch nicht gefunden. So haben wir uns darauf beschränkt, die Effekte der jüngsten Einwanderungswelle zu berechnen. Dabei zeigte sich, dass es der deutschen Wirtschaft gelingen kann, die Zuwanderung für die Aufrechterhaltung des bisher erreichten Wachstumspfads zu nutzen. Voraussetzung ist allerdings die erfolgreiche Integration der Zuwanderer in den deutschen Arbeitsmarkt, die bei den Flüchtlingen länger dauern wird als dies bei Zuwanderern aus den europäischen Ländern der Fall war. Diese Integration ist durch eine Vielzahl an Maßnahmen bereits auf gutem Weg.

Einwanderungspolitik in internationalen Arbeitsmärkten

Wenn Deutschland weiterhin auf Zuwanderung angewiesen bleibt, um den Wohlstand angesichts des demografischen Wandels zu sichern, dann sollte es langfristig den Boden dafür bereiten. Dazu gehört neben der Integration der Zuwanderer auch die verstärkte Integration der deutschen Bevölkerung in die globale Wirtschaft: Intensivierung des Informationsaustauschs, internationale Kontaktpflege, Sprachen, Studien- und Arbeitserfahrungen im Ausland, erfolgreiche bilaterale Wirtschaftsbeziehungen und die Wahrnehmung, wie sehr die Exportnation Deutschland auf weltweite Anerkennung angewiesen ist – dies sind nur Einzelpunkte für ein Programm zur Globalisierung von Bevölkerung und Arbeitsmarkt. Das entscheidende Ziel eines solchen Programms sollte darin bestehen, das Verständnis für die Abhängigkeiten und die Vorteile eines weltweit agierenden Deutschlands zu vermitteln.

In einem Einwanderungsland Deutschland wird die Notwendigkeit zur Steuerung der Einwanderung immer deutlicher werden. Ein wichtiges Element künftiger Ein-

wanderungspolitik sollte daher die Vorbereitung und Verabschiedung eines Einwanderungsgesetzes sein, das – über die Integration von Flüchtlingen hinaus – die Zuwanderung aus allen Regionen der Welt regelt. Dabei ist an der Freizügigkeit der Wanderungen im EU-Raum festzuhalten und die Zuwanderung von Asylbewerbern weiterhin zu garantieren. Es geht also nicht allein um die Begrenzung der Zuwanderung, sondern um ihre Steuerung. Gleichzeitig muss Deutschland auch für qualifizierte Einwanderer aus Nicht-EU-Ländern attraktiv sein. Dies ist mit den gegenwärtig restriktiven Regelungen nicht zu erreichen.

Dazu kann auch die Berufsbildungspolitik durch eine liberalere Anerkennungspraxis von Bildungsabschlüssen einen wichtigen Beitrag leisten. Nach wie vor sind die Anerkennungsquoten sehr niedrig. Besser als die detaillierte Prüfung der formalen Bildungsinhalte erscheint daher die Feststellung der vorhandenen Kompetenzen in beruflichen Kompetenzzentren.

Weiterbildung zur Anpassung der Qualifikationsstruktur in einer alternden Gesellschaft

Die Zuwanderung leistet zwar einen wichtigen Beitrag, um die fortschreitende Alterung der Erwerbspersonen zu bremsen. Sie kann diesen Prozess aber nicht aufhalten. Dies kann bei einem Bildungssystem, das vorwiegend auf die berufliche Erstausbildung setzt, nicht nur zu Verwerfungen zwischen Arbeitsangebot und -nachfrage führen, sondern auch die Anpassung der Qualifikations- und Tätigkeitsprofile der Erwerbstätigen an den technischen und wirtschaftlichen Strukturwandel verlangsamen. Dies wäre vor allem in einem Szenario *Beschleunigter Digitalisierung* ein Hemmnis, das die gesamte Strategie in Frage stellt.

Wir haben daher seit unserer Prognose 2012 auf die Notwendigkeit des Aufbaus eines allgemein anerkannten, zertifizierten Weiterbildungssystems hingewiesen (Vogler-Ludwig/Düll 2013: 152). Dies kann nicht ohne den Staat gelingen, der Normen und Grundsätze festlegen und die Organisationsstruktur der Weiterbildung bestimmen sollte. Darüber hinaus wird eine höhere Weiterbildungsbeteiligung nicht ohne finanzielle Unterstützung erreichbar sein. Wenn Deutschland seine Wettbewerbsfähigkeit erhalten und die Anpassung an den globalen Strukturwandel erreichen will, sollte es die Erwachsenenbildung zu einer Säule seines beruflichen Bildungssystems machen. Dies gilt nicht nur für eine beschleunigte Digitalisierung, sondern auch aus der Perspektive des *Basisszenarios*.

Chancen der Digitalisierung statt Ende der Arbeit

Die Modellrechnungen zeigen, dass die aktive, strategische Nutzung der digitalen Technik nennenswerte positive Wachstums- und Beschäftigungseffekte auslöst. Befürchtungen, es käme zu einer Welle technologisch bedingter Arbeitslosigkeit, erscheinen unbegründet. Zumindest dann, wenn wir es verstehen, die digitale Technik in unsere Wirtschaft und Gesellschaft zu integrieren.

Dabei steht Deutschland vor der strukturpolitisch entscheidenden Frage, seine Spitzenposition in der industriellen Produktion auch in der digitalen Welt zu behaupten

oder die Entwicklung zu einer diversifizierten Wissensökonomie voranzutreiben, in der zwar die Nutzung digitaler Technik wichtig ist, nicht aber die technologische Führerschaft des industriellen Sektors. Nach unseren Modellrechnungen führt das Szenario *Beschleunigte Digitalisierung* zu höheren Einkommen, mehr Beschäftigung und höherer Produktivität. Aus wirtschaftlicher Perspektive ist es daher dem alternativen *Basisszenario* vorzuziehen. Der Verzicht auf die volle Teilnahme am industriellen Wettbewerb im Bereich Industrie 4.0 beinhaltet darüber hinaus das Risiko, auf vielen Gebieten der Wissensökonomie in Rückstand zu geraten.

Politik, Unternehmen und Gewerkschaften haben sich für diesen Weg bereits entschieden und sich für eine Beschleunigung der Digitalisierung ausgesprochen.[41] Es sind Dialogprozesse gestartet worden wie der jährliche IT-Gipfel im Rahmen der Digitalen Agenda der Bundesregierung und „Arbeiten 4.0“ durch das BMAS, mit denen die Handlungsstrategien überprüft und die Breitenwirkung der Initiativen verbessert werden sollen. Gleichwohl steht Deutschland ziemlich am Anfang dieses Weges, und die Rückstände gegenüber den USA und den asiatischen Ländern sind groß. Es muss wohl so etwas wie ein Ruck durch das Land gehen, um die Digitalisierung mehr als Chance denn als Risiko wahrzunehmen.

Keine Polarisierung des Arbeitsmarktes

Die Sorge, dass die Digitalisierung die beruflich gebildete Mittelschicht, also die Facharbeiter und mittleren Angestellten, freisetzt, wird von unseren Modellrechnungen nicht gestützt. Nach unserer Einschätzung ersetzt die digitale Technik – wie alle bisherigen Technologielinien – in erster Linie einfache Arbeit, während anspruchsvollere Tätigkeiten zu komplexeren Aufgabenfeldern weiterentwickelt werden. Die als Polarisierungsthese bekannte Vermutung unterschätzt nach unserer Auffassung die Anpassungsfähigkeit der beruflichen Tätigkeitsprofile und die Flexibilität des Arbeitsmarktes. Das beachtliche Anpassungspotenzial des Arbeitsmarktes, das wir in unserem Hauptbericht 2012 (Vogler-Ludwig/Düll 2013: 114 ff) aufgezeigt haben, wird durch die generelle Akzeptanz der (Informations-) Technik in den Belegschaften und durch die arbeitsplatzspezifische Weiterbildung gefördert. In einem durch Fachkräfteengpässe gekennzeichneten Arbeitsmarkt halten wir es auch für unwahrscheinlich, dass die Arbeitgeber die Anpassung ihrer Belegschaften an den technologischen Wandel versäumen. Dadurch werden flexible interne Beschäftigungssysteme geschaffen, die technologische Neuerungen sehr viel besser absorbieren und nutzen als dies von den Vertretern der Polarisierungsthese unterstellt wird. Sie gehen in der Regel von starren Berufs- und Tätigkeitsprofilen aus.

Auch die Befürchtung, die Digitalisierung würde die Einkommensverteilung weiter zugunsten der oberen Einkommensschichten verlagern, findet in unseren Berechnungen keine Unterstützung. Im Gegensatz zu Frey/Osborne sehen wir auf dem

41 Im Nationalen Reformprogramm 2016 schreibt die Bundesregierung: „Die Digitalisierung birgt große gesellschaftliche Chancen und eröffnet enorme Potenziale für zusätzliche Wertschöpfung. Die Bundesregierung greift den digitalen Wandel auf und schafft gemeinsam mit Wirtschaft, Gewerkschaften, Wissenschaft und Zivilgesellschaft die Voraussetzungen für eine erfolgreiche Digitalisierung.“ (BMWi 2016: 34).

deutschen Arbeitsmarkt keinen Zusammenhang zwischen der Veränderung der Beschäftigtenzahlen und dem Verdienstniveau.[42] Abgesehen von dem Argument, dass die Digitalisierung nur eine unter vielen Ursachen für Beschäftigungsänderungen sein kann, spielen auf dem deutschen Arbeitsmarkt die Löhne nur eine vergleichsweise geringe Rolle bei der Festlegung der Qualifikationsstrukturen in den Unternehmen. Dafür gibt es viele Gründe, etwa die lange Tradition der Tarifvereinbarungen, aber auch die Vorsicht der Unternehmen, den gesellschaftlichen Konsens über die qualifikationsspezifischen, beruflichen oder regionalen Verdienstrelationen anzutasten. Maßgeblich ist, dass die Mehrheit der deutschen Unternehmen keine Niedriglohnstrategie verfolgt. Die Geschäftsmodelle werden vielmehr von der Zielsetzung geleitet, über die fortlaufende Verbesserung der Qualifikationsprofile die Wettbewerbsfähigkeit zu verbessern und die Wertschöpfung zu steigern. Dieses „deutsche" Entwicklungsmodell ist durch die Digitalisierung nicht in Gefahr. Im Gegenteil, es bekommt eine neue Chance.

Auch für das oberste Segment der Einkommensverteilung dürften die digitalen Märkte keine maßgebliche Rolle spielen. Anders als in den USA gibt es hier keine Weltunternehmen, an deren außergewöhnlichen Gewinnen einige wenige Eigentümer partizipieren könnten. Hier bleibt alles in sehr viel kleinerem Maßstab. Die Entwicklung von Industrie 4.0 dürfte die Einkommen der Unternehmer näher an die Verhältnisse der deutschen Investitionsgüterindustrie heranführen als an die Verhältnisse im Silicon Valley.

Beschleunigung des Strukturwandels

Unsere Analysen haben gezeigt, dass bei beschleunigter Digitalisierung deutliche Umschichtungen der Beschäftigung in Richtung Investitionsgüterindustrien und Unternehmensdienste sowie eine noch stärkere Verlagerung der Arbeitskräftenachfrage zugunsten der Hochschulabsolventen und zulasten der Arbeitskräfte ohne berufliche Bildung zu erwarten sind. Erst wenn diese Verlagerungen nicht gelingen, ist mit einer größeren Zahl von Erwerbslosen, mehr atypischer Beschäftigung und einem erneuten Anwachsen des Niedriglohnsektors zu rechnen. Eine solche Marginalisierung wird in unserem Szenario durch die starke Nachfrage nach Arbeitskräften, das funktionierende „Upgrading" der Qualifikationsprofile und die gelungene Integration der Zuwanderer verhindert. Die Sorge, dass die Digitalisierung das Normal-Arbeitsverhältnis weiter auflöst, zu einer steigenden Zahl an Solo-Selbständigen und Crowdworkern führt und die Arbeitnehmerposition generell schwächt, würden wir daher einem Plan B zuordnen, in dem die Strategie einer beschleunigten Digitalisierung scheitert. In unserem Szenario haben die Arbeitnehmer aufgrund der Arbeitskräfteengpässe eine starke Verhandlungsposition, die es ihnen erlaubt, die Arbeitsbeziehungen auch nach ihren Vorstellungen zu gestalten. Darüber hinaus haben die Unternehmen kein Interesse an einer Billiglohnstrategie mit gering qualifizierten

42 Der Korrelationskoeffizient zwischen den Beschäftigungsänderungen 2012–14 und der Höhe des monatlichen Nettoeinkommens lt. Mikrozensus liegt für die 147 Dreisteller der Berufssystematik bei 0,03.

Arbeitskräften. Solche Geschäftsmodelle beschränken sich auf die Randbereiche des Arbeitsmarktes.

Gleichwohl bedeutet die forcierte Digitalisierung auch einen forcierten Strukturwandel der Märkte, der Beschäftigung, der Bildung und letztlich der gesamten Gesellschaft. Erst wenn sich große Teile der Gesellschaft auf den Weg machen, aus der digitalen Technik Nutzen zu ziehen und so ihren Wohlstand zu verbessern, kann eine solche Strategie gelingen. Diese gemeinsame Zielsetzung ist allerdings keineswegs gesichert, denn die Beschleunigung des strukturellen Wandels bedeutet, dass es mehr Gewinner, aber auch mehr Verlierer geben wird.

Die Frage nach der Verteilung von Gewinnen und Anpassungskosten wird angesichts des beschleunigten digitalen Strukturwandels eine der großen Herausforderungen sein. Nur wenn es gelingt, diese Verteilungsfragen zu lösen, wird die Akzeptanz für die neuen Technologien auch von einer breiten Mehrheit der Gesellschaft getragen werden. Dazu zählen auch Reformüberlegungen zur Weiterentwicklung des Sozialstaats, um einerseits die Potenziale der Flexibilisierung für Unternehmen nutzen zu können und andererseits eine soziale Absicherung zu schaffen für diejenigen, für die die steigende Flexibilisierung zunächst Prekarisierung bedeutet. Wir empfehlen daher die Entwicklung eines Flexicurity-Konzepts, das die Beschäftigungsrisiken der Umstrukturierung mindert und gleichzeitig den Strukturwandel fördert.

Wenn es dem Staat und vor allem den Sozialpartnern gelingt, die flexibilisierungs- und produktivitätssteigernden Potenziale der Digitalisierung entsprechend zu gestalten und dabei sowohl die Vereinbarkeit von Familie und Beruf zu verbessern als auch die Arbeitsbedingungen für z. B. ältere und gesundheitlich eingeschränkte Personen, ist auch ein erweiternder Effekt der Digitalisierung auf das Arbeitsangebot möglich. Vor allem teilzeitarbeitende Frauen könnten den Umfang der gearbeiteten Stunden ausweiten, und die Erwerbsquote älterer Arbeitnehmer könnte sich noch stärker erhöhen als bislang angenommen. Schließlich könnte sich die verbesserte Vereinbarkeit von Familie und Beruf langfristig positiv auf die Geburtenrate auswirken.

Voraussetzungen für die beschleunigte Digitalisierung

Die Bedingungen für die beschleunigte Digitalisierung sind noch nicht gegeben. Sie setzt voraus, dass umfangreiche Investitionen in die digitale Infrastruktur und in das digitale Humankapital vorgenommen werden. Dazu gehören

- der Ausbau der Breitbandnetze und die Steigerung ihrer Leistungsfähigkeit. Die geplante flächendeckende Internet-Anbindung mit 50 Mbit/s dürfte weit hinter den Ansprüchen des Industrie-4.0-Konzepts zurückbleiben.
- die Förderung von Forschung und Entwicklung in den Kernsegmenten der digitalen Technologie, d. h. Sensorik, Robotik, künstliche Intelligenz, Bildverarbeitung, Datenanalyse usw.

- eine Neubewertung des Datenschutzes unter Berücksichtigung der Vorteile von Open-Source-Konzepten. In der gegenwärtigen Praxis dürfte der Datenschutz nach deutschem Muster den technologischen Wandel eher verlangsamen.
- der Ausbau der Berufsbildung in IT-Berufen sowie die verstärkte Vermittlung von IT-Kompetenzen in fast allen Zweigen der Berufsbildung. Die Ausstattung der Schulen mit IT-Infrastruktur ist nach wie vor unzureichend und die Nutzung IT-basierter Lernmittel zu gering. Ein Ausweg aus der seit Jahren bestehenden Situation wäre etwa der Ausbau der IT-Weiterbildung für Erwerbstätige, Arbeitslose, Studenten und Schüler.
- die Unterstützung des strukturellen Wandels in der Arbeitswelt durch Maßnahmen, die sich am Flexicurity-Konzept orientieren, d. h. Verknüpfung von Arbeitslosigkeit und Weiterbildung, bessere Absicherung von Solo-Selbständigen, Förderung von Telearbeit und Home-Office und Umstellung der betrieblichen Personalpolitik auf langfristige und entwicklungsorientierte Beschäftigung. Diese Maßnahmen zielen auf eine Reduzierung der Risiken bei Arbeitsplatzverlust und Umstrukturierung und erhöhen die Chancen auf Beschäftigung in den neu entstehenden Arbeitsplätzen der digitalen Wirtschaft.

Im weiteren Sinne gehört zur Umsetzung der beschleunigten Digitalisierung ein möglichst breiter gesellschaftlicher Konsens, der gegenwärtig in Deutschland noch nicht zu erkennen ist. Allerdings schätzen wir die Dynamik des digitalen Wandels als so stark ein, dass auch ein „zögerliches“ Deutschland von den technischen Möglichkeiten zunehmend Gebrauch machen wird. Da die Vorreiterrolle in der technologischen Entwicklung nicht immer vorteilhaft ist, ergeben sich auch für „Spätentwickler“ gute, wenn nicht sogar günstige Chancen.

Literatur

Acemoglu, D.; Autor, D. (2010): Skills, Tasks and Technologies: Implications for Employment and Earnings. NBER Working Paper No. 16082. Online: http://www.nber.org/papers/w16082.pdf.

Ahrens, D.; Spöttl, G. (2015): Industrie 4.0 und Herausforderungen für die Qualifizierung von Fachkräften. In: Hirsch-Kreinsen, H., Itterman, P., Niehaus, J. (Hrsg.): Digitalisierung industrieller Arbeit. Die Vision Industrie 4.0 und ihre sozialen Herausforderungen. Nomos, Dortmund, S. 185–203.

Aichele R.; Felbermayr, G. (2016): Brexit – Mögliche wirtschaftliche Folgen eines britischen EU-Austritts. Bertelsmann Zukunft Soziale Marktwirtschaft Policy Brief 2015/05. Online: https://www.bertelsmann-stiftung.de/fileadmin/files/BSt/Publikationen/GrauePublikationen/Policy-Brief-Brexit-de_NW_05_2015.pdf.

Apt, W.; Bovenschulte, M.; Hartmann, E. A.; Wischmann, S. (2016): Foresight-Studie „Digitale Arbeitswelt". BMAS Forschungsbericht 463. Online: http://www.bmas.de/DE/Service/Medien/Publikationen/Forschungsberichte/Forschungsberichte-Arbeitsmarkt/fb-463-digitale-arbeitswelten.html.

Beigl, M. (2014): Industrie 4.0: Auf dem Weg ins vierte industrielle Zeitalter. Vortrag von Prof. Michael Beigl. Online: https://www.youtube.com/watch?v=0tqfY9CcHAY.

Becker, S.; Muendler, M. A. (2015): Trade and Tasks: An Exploration over Three Decades in Germany. Economic Policy 30 (84), S. 589–641.

Bertelsmann (2016): Long-term Unemployment in the EU: Trends and Policies. Online: https://www.bertelsmann-stiftung.de/fileadmin/files/user_upload/Studie_NW_Long-term_unemployment.pdf.

Bertschek, I.; Ohnemus, J., Niebel, T. (2016): Auswirkungen der Digitalisierung auf die zukünftigen Arbeitsmärkte. In: Düll, N. (Hrsg.) (2016a): Digitalisierung der Arbeitswelt. Fachexpertisen zur Arbeitsmarktprognose 2030. München (in Vorbereitung).

Bonin, H.; Gregory, T.; Zierahn, U. (2015): Übertragung der Studie von Frey/Osborne (2013) auf Deutschland. ZEW Kurzexpertise Nr. 57. Online: http://ftp.zew.de/pub/zew-docs/gutachten/Kurzexpertise_BMAS_ZEW2015.pdf.

Brenke, K. (2015): Selbständige Beschäftigung geht zurück. DIW Wochenbericht 36/2015, S. 790–796. Online: http://www.diw.de/documents/publikationen/73/diw_01.c.513229.de/15-36-3.pdf.

Brynjolfsson, E.; McAfee, A. (2014): The Second Machine Age: Work, Progress, and Prosperity in a Time of Brilliant Technologies. W. W. Norton & Company, New York.

Bundesministerium für Arbeit und Soziales (BMAS) (2011): Leistungsbeschreibung im Vergabeverfahren „Analyse der zukünftigen Arbeitskräftenachfrage und des -angebots in Deutschland auf Basis eines Rechenmodells“ vom 9.5.2011.

Bundesministerium für Arbeit und Soziales (BMAS) (2013): Arbeitsmarktprognose 2030. Eine strategische Vorausschau auf die Entwicklung von Angebot und Nachfrage in Deutschland. Online: http://www.bmas.de/SharedDocs/Downloads/DE/PDF-Publikationen/a756-arbeitsmarktprognose-2030.pdf?__blob=publicationFile&v=2.

Bundesministerium für Arbeit und Soziales (BMAS) (2015): Grünbuch Arbeiten 4.0. Online: http://www.bmas.de/SharedDocs/Downloads/DE/PDF-Publikationen-DinA4/gruenbuch-arbeiten-vier-null.pdf?__blob=publicationFile.

Bundesministerium für Wirtschaft und Infrastruktur (BMWi) (2016): Nationales Reformprogramm 2016. Online: https://www.bmwi.de/BMWi/Redaktion/PDF/M-O/nationales-reformprogramm-2016,property=pdf,bereich=bmwi2012,sprache=de,rwb=true.pdf.

Cisco Visual Networking Index (2015): Visual Networking Index 2015 – Germany – 2019 Forecast Highlights. Online: http://www.cisco.com/web/solutions/sp/vni/vni_forecast_highlights/index.html.

Degryse, Christophe (2016): Digitalisation of the economy and its impact on labour markets. European Trade Union Institute ETUI Working Paper 2016.02.

Dengler, K.; Matthes, B. (2015): In kaum einem Beruf ist der Mensch vollständig ersetzbar. IAB Kurzbericht 24/2015. Online: http://doku.iab.de/kurzber/2015/kb2415.pdf.

Deutsches Institut für Internationale Pädagogische Forschung (DIPF) (2016): Machbarkeitsstudie zum Aufbau und Betrieb von OER-Infrastrukturen in der Bildung. Online: http://www.pedocs.de/volltexte/2016/11715/pdf/OER_Machbarkeitsstudie_Bericht.pdf.

Düll, N. (Hrsg.) (2013): Arbeitsmarkt 2030 – Fachexpertisen und Szenarien. W. Bertelsmann Verlag, Bielefeld.

Düll, N. (Hrsg.) (2016a): Digitalisierung der Arbeitswelt. Fachexpertisen zur Arbeitsmarktprognose 2030. München (im Erscheinen).

Düll, N. (2016b): Digitalisierung der Arbeitswelt – grundlegende Thesen. In Düll, N. (Hrsg.) (2016a): Digitalisierung der Arbeitswelt. Fachexpertisen zur Arbeitsmarktprognose 2030. München (im Erscheinen).

Dworschak, B.; Zaiser, H. (2016): Digitalisierung in Verwaltung, öffentlichem Dienst und der Industrie. In Düll, N. (Hrsg.) (2016a): Digitalisierung der Arbeitswelt. Fachexpertisen zur Arbeitsmarktprognose 2030. München (in Vorbereitung).

Economist Intelligence Unit (EIU) (2016): Out and Down. Mapping the Impact of Brexit. Online: http://www.eiu.com/public/topical_report.aspx?campaignid=Brexit.

Frey, C.; Osborne, M. A. (2013): The Future of Employment: How Susceptible are Jobs to Computerization? Online: http://www.oxfordmartin.ox.ac.uk/downloads/academic/The_Future_of_Employment.pdf.

Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung (IAB) (2015): Flüchtlingseffekte auf das Erwerbspersonenpotenzial. Aktueller Bericht 17/2015. Online: http://doku.iab.de/aktuell/2015/aktueller_bericht_1517.pdf.

Kriechel, B.; Vogler-Ludwig, K. (2013): Arbeitsmarkt 2030 – Methodenbericht. W. Bertelsmann Verlag, Bielefeld.

Levin, J. D. (2011): The Economics of Internet Markets. NBER-Paper 16852. Online: http://www.nber.org/papers/w16852.pdf.

Meil, P. (2016): Digitale Arbeit, digitale Beschäftigung und die Zukunft des Arbeitsmarktes: Eine soziologische Perspektive. In: Düll, N. (Hrsg.) (2016a): Digitalisierung der Arbeitswelt. Fachexpertisen zur Arbeitsmarktprognose 2030. München (in Vorbereitung).

Monopolkommission (2015): Wettbewerbspolitik: Herausforderung digitaler Märkte. Sondergutachten 68. Online: http://kartellblog.de/wordpress/wp-content/uploads/monopolkommission-sg-68-digitale-maerkte.pdf.

Moore, G. E. (1965): Cramming More Components onto Integrated Curcuits. Electronics 38/8, S. 114–117.

OECD (2015): Education at a Glance 2015. Online: http://www.oecd.org/edu/education-at-a-glance-19991487.htm.

Pfeiffer, S.; Lee, H.; Zirnig, C.; Suphan, A. (2015): Industrie 4.0 – Qualifizierung 2025. Studie für den Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau. Online: https://www.vdma.org/documents/105628/792540/VDMA-Studie_Industrie%204.0%20%E2%80%93%20Qualifizierung%202025.pdf/5d8938c4-5a24-4e9b-9dd5-07d585c5cbe0.

Rifkin, J. (2014): Die Null-Grenzkosten-Gesellschaft. Das Internet der Dinge, kollaboratives Gemeingut und der Rückzug des Kapitalismus. Campus Verlag, Frankfurt/Main.

Sachverständigenrat zur Begutachtung der gesamtwirtschaftlichen Entwicklung (2015): Jahresgutachten 2015/16. Online: http://www.sachverstaendigenrat-wirtschaft.de/fileadmin/dateiablage/gutachten/jg201516/wirtschafts-gutachten/jg15_ges.pdf.

Scheer, A. W. (2014): Industrie 4.0: Innovationen in Produkten, Dienstleistungen, Logistik und IT. Vortrag auf der CEBIT 2014.

Schmidt, E.; Cohen, J. (2013): Die Vernetzung der Welt. Ein Blick in unsere Zukunft. Rowohlt Verlag, Reinbek.

Solow, R. (1987): We'd better watch out. New York Times Book Review July 12 1987.

Varian, H. (2011): Economic Value of Google. Online: http://cdn.oreillystatic.com/en/assets/1/event/57/The%20Economic%20Impact%20of%20Google%20Presentation.pdf.

Vogler-Ludwig K.; Düll, N. (2013): Arbeitsmarkt 2030. Eine strategische Vorausschau auf Demografie, Beschäftigung und Bildung in Deutschland. W. Bertelsmann Verlag, Bielefeld.

Vogler-Ludwig, K.; Düll, N.; Kriechel, B. (2015): Arbeitsmarkt 2030 – Die Bedeutung der Zuwanderung für Beschäftigung und Wachstum. W. Bertelsmann Verlag, Bielefeld.

Wolter, M. I.; Mönning, A.; Hummel, M.; Schneemann, C.; Weber, E.; Zika, G.; Helmrich, R.; Maier, T.; Neuber-Pohl, C. (2015): Industrie 4.0 und die Folgen für Arbeitsmarkt und Wirtschaft. IAB-Forschungsbericht 8/2015. Online: http://doku.iab.de/forschungsbericht/2015/fb0815.pdf.

Anhang 1
Szenarien zur Digitalisierung der Arbeitswelt

	Szenario 1 ***Beschleunigte Digitalisierung***	**Szenario 2** ***Stetige Digitalisierung***
Akzeptanz/ Privatsphäre/ Datenschutz	• Hohe Akzeptanz des digitalen technischen Fortschritts in der Bevölkerung • Sharing-Kultur: Vorteile des flächendeckenden Informationsaustauschs werden genutzt. • Datenschutz spielt keine dominierende Rolle; Informations- und Wissensaustausch stehen im Vordergrund. • Starke Beteiligung an sozialen Netzwerken • Intensive Nutzung von Informationskanälen im privaten und öffentlichen Leben • Generationsbedingte Unterschiede im Nutzungsverhalten schwinden.	• Präferenz der Gesellschaft für mehr Kreativität und persönliche Dienstleistungen • Kritische Akzeptanz des digitalen technischen Fortschritts • Hohes Risikobewusstsein, veranlasst durch sich wiederholende Hackerangriffe, Datenleaks und Datenmissbrauch • Hoher Schutz der Privatsphäre und strenger Datenschutz • Widerstand gegen die ständige Verfügbarkeit im Netz und die Vermischung von Arbeit und Freizeit • Anhaltende Unterschiede im Nutzungsverhalten zwischen den Generationen
Folgerungen:	• *Schnelle Diffusion digitaler Techniken* • *Deutliche Beschleunigung des Informationsflusses* • *Schnelles Wachstum digitaler Kompetenzen in der Bevölkerung* • *Einfluss des demografischen Wandels auf die Diffusionsgeschwindigkeit nimmt ab.* • *Relativ geringer Schutz der Privatsphäre* • *Digitale Medien verdrängen zunehmend analoge Medien.* • *Flächendeckende digitale Erreichbarkeit der Bevölkerung* • *Big-Data-Analysen haben spürbaren Einfluss auf Verhaltens- und Normenentwicklung.*	• *Relativ langsame Diffusion digitaler Techniken* • *Schutz der informationellen Selbstbestimmung* • *Analoge Medien bleiben wichtig (Zeitungen, Bücher, Telefon, Fernsehen).* • *Keine flächendeckende digitale Erreichbarkeit der Bevölkerung* • *Geringeres Aufkommen an Big Data* • *Hohe Kompetenzen im Bereich Datenschutz und -sicherheit* • *Langsames Wachstum digitaler Kompetenzen in der Bevölkerung, insbesondere der älteren Generation* • *Demografischer Wandel hat starken Einfluss auf die Diffusionsgeschwindigkeit.*

(Fortsetzung Anhang 1)

	Szenario 1 ***Beschleunigte Digitalisierung***	**Szenario 2** ***Stetige Digitalisierung***
Bildung	• Hohe Entwicklungsdynamik auf digitalen Bildungsmärkten • Rascher Fortschritt im digitalen Lehren und Lernen • Ausbau des Online-Unterrichts an Schulen und Universitäten in Form modularer Bildungsgänge • Gute Ausstattung von Schülern und Studenten mit Computern, freier Zugang zum Netz • Schaffung zusätzlicher Fachbereiche für digitale Technik (Netztechnik, Informatik, digitale Kommunikation, Industrie 4.0 usw.) • Hohe Weiterbildungsbeteiligung im Schwerpunkt „digitale Kompetenzen"	• Breit gestreutes Bildungsangebot zur Unterstützung der kreativen, wissenschaftlichen und technischen Berufe • Ausstattung von Schulen und Universitäten mit digitaler Technik folgt den Erfordernissen des technischen Wandels. • Geringere Entwicklungsdynamik auf digitalen Bildungsmärkten • Verhaltene Ausbreitung digitaler Lerntechniken • Zeitlich und inhaltlich strukturierte Bildungsgänge dominieren, weitgehende Anwesenheitspflicht an Schulen und Universitäten. • Digitale Weiterbildung bleibt ohne staatliche Schwerpunktsetzung.
Folgerungen:	• *Zunächst steigende Aufwendungen für verbesserte Ausstattung, Entwicklung digitaler Lehrmittel, Ausbau der Hochschulen* • *Später hohe Produktivitätseffekte, vor allem an den Hochschulen* • *Mehr selbstorganisiertes Lernen* • *sinkender Bedarf an Lehrpersonal* • *steigender Personalbedarf in digitaler Didaktik*	• *Geringe Produktivitätssteigerungen im Schul- und Hochschulbereich* • *Bedarf richtet sich weitgehend nach demografischen Trends und dem steigenden Zustrom zu den Hochschulen.* • *Keine IT-orientierte Expansion der Weiterbildung*
Arbeitsmarkt/ Soziale Sicherung	• Zunehmende Flexibilisierung der Arbeitsverhältnisse wird akzeptiert. • Orts- und zeitunabhängige Leistungserbringung verbreitet sich. • Kapazitätsorientierte Nachfrage nach Arbeitsleistung wird optimiert. • Digitalisierung wird zur Verbesserung der Arbeitsbedingungen der Beschäftigungsfähigkeit weniger leistungsfähiger Arbeitnehmer eingesetzt. • Stärkere Arbeitsteilung bei einfachen und höhere Spezialisierung bei qualifizierten Tätigkeiten • Hoher Wettbewerb unter den (vermehrt) freiberuflich Tätigen	• Flexibilisierung der Arbeitsverhältnisse wird als Gefährdung gesehen und begrenzt. • Rationalisierung durch digitale Technik konzentriert sich vor allem auf Routinetätigkeiten. • Verbreiterung der Tätigkeitsprofile statt Spezialisierung • Digitale Technik unterstützt die Aufgabenerweiterung am Arbeitsplatz.
Folgerungen:	• *Tätigkeitsprofile werden schmaler.* • *Qualifikationsanforderungen werden spezifischer.* • *Wachsende Zahl an Selbständigen und Leiharbeitern* • *Hohe externe Arbeitsmarktflexibilität* • *Bessere Integration älterer und behinderter Arbeitskräfte* • *Reform des Sozialsystems (Einbeziehung der Selbständigen in die gesetzli-*	• *Steigende Qualifikationsanforderungen an allen Arbeitsplätzen* • *Interne statt externe Arbeitsmarktflexibilität* • *Stammbelegschaften gewinnen an Bedeutung.* • *Sozialversicherungssystem bleibt bestehen.*

(Fortsetzung Anhang 1)

	Szenario 1 ***Beschleunigte Digitalisierung***	**Szenario 2** ***Stetige Digitalisierung***
Folgerungen:	*che Sozialversicherung, steigender Steueranteil)* • *Bessere Vereinbarkeit von Beruf und Familie*	
Industrie 4.0	• Aufbruch in die digitale Industrieproduktion mit dem Ziel, die technologische Führerschaft im Investitionsgüterbereich zu behalten. • Hohe Unternehmensinvestitionen in F&E • Weltweite Anwerbung von Experten (Informatiker, Elektroniker, Kommunikations- und Organisationsexperten) • Bis 2025: Intensive Tests der Konzepte in Großunternehmen der Automobil- und Investitionsgüterindustrie • Bis 2030: Breite Anwendung vernetzter Produktionskonzepte in Industrie und Handwerk • 3D-Fertigung im Baugewerbe	• Konzentration der Industrieunternehmen auf Adaption der digitalen Konzepte • Spezialisierung auf industrielle Dienstleistungen (F&E, Management der Wertschöpfungsketten, Vermarktung) • Wettbewerbsvorteile in der klassischen industriellen Technik werden genutzt. • Verhaltene Investitionsbereitschaft der deutschen Industrie wegen zu hoher Risiken und der Überlegenheit der amerikanischen/asiatischen Konkurrenz
Folgerungen:	• *Steigende F&E-Ausgaben und steigende Sachkapitalinvestitionen der Industrieunternehmen* • *Deutlicher Wachstumsschub für die Industrie und expandierende Exporte* • *Hoher Bedarf an Informatikern und Elektronikern* • *Verlangsamte Auslagerung der Industrieproduktion in den asiatischen Raum und teilweise Rückverlagerung* • *Hohe Produktivitätseffekte in der industriellen Fertigung* • *Spezialisierung auf Kleinserien, Individualisierung*	• *Spezialisierung auf technologieintensive Dienste* • *Verstärkte Auslagerung der industriellen Fertigung in die asiatischen Länder* • *Starker Beschäftigungsabbau im verarbeitenden Gewerbe* • *Verkauf von Industrieunternehmen an asiatische Unternehmen* • *Steigende Importe an Industriegütern* • *Verlust der technologischen Führerschaft in der Industrieproduktion*
Unternehmensorientierte Dienste	• Industrie 4.0 bringt zusätzlichen Nachfrageschub für die unternehmensorientierten Dienste (Software, Organisationsberatung, F&E), ebenso: • ... Einführung selbstfahrender Autos und selbstorganisierender Verkehrsprozesse, • ... Entwicklung digitaler Didaktik und Verbreitung digitaler Medien, • ... Auslagerung des operationellen Bank- und Versicherungsgeschäfts, • ... Auslagerung von Verwaltungsaktivitäten aus den Unternehmen usw.	• Zunehmende Verlagerung auf organisatorische, wissenschaftliche und technische Beratung • Industrie-4.0-Impuls und andere Technologieimpulse bleiben verhalten. • Kreative und künstlerische Bereiche werden vorrangig entwickelt.
Folgerungen:	• *Starker Bedarf an IT-Spezialisten wie Software-Entwickler, Elektronik-Ingenieure, Organisationsspezialisten, Naturwissenschaftler usw.*	• *Fehlende Wachstumsimpulse aus der Digitalisierung werden zum Teil durch Entwicklung der kreativen und beratenden Dienstleistungsmärkte ersetzt.*

(Fortsetzung Anhang 1)

	Szenario 1 ***Beschleunigte Digitalisierung***	**Szenario 2** ***Stetige Digitalisierung***
Folgerungen:	• *Rationalisierungseffekte in Accounting und Verwaltung* • *Einschränkung der traditionellen Marktforschung zugunsten von Big-Data-Analysen* • *Forschung und Entwicklung beschleunigen sich aufgrund des Ausbaus der Informations- und Datenbestände sowie der technischen Verbesserung der Analyse- und Prognoseinstrumente.*	• *Beschleunigung von Forschung und Entwicklung bleibt verhalten.*
Handel/ Handwerk	• Ausweitung der Handelsplattformen zu allgemeinen Verbraucher- und Dienstleistungsplattformen • Entstehung einer Vielzahl spezialisierter Handels- und Angebotsplattformen bei gleichzeitiger Integration und Anbindung an wenige zentrale Plattformen • Entwicklung und Vermarktung eigener Produkte und Dienste durch zentrale Handelsplattformen („Tchibo-Konzept“) • Direktmarketing durch Produzenten nimmt zu.	• Hohe Aufwendungen für den Schutz von Handel und Handwerk in den Regionen • Verhaltene Akzeptanz des Online-Handels in der Bevölkerung • Ausbau von Shopping-Zentren für Handel und persönliche Dienste unter Beteiligung der Internet-Plattformen • Zutritt zu Handwerks- und Dienstleistungsberufen bleibt begrenzt. • Räumliche Mobilität der Bevölkerung ist wichtiger als Netzmobilität.
Folgerungen:	• *Starkes Wachstum des Online-Handels zulasten des stationären Einzelhandels* • *Steigender Dienstleistungsbedarf, der über Plattformen vermittelt wird* • *Zunehmende Konkurrenz für Konsumgüterindustrie* • *Steigende Warenimporte* • *Starker Beschäftigungsabbau im stationären Handel*	• *Gute Verkehrsanbindung und ein breites Sortiment in den Handels- und Dienstleistungszentren bleibt entscheidender Wettbewerbsvorteil für die Handelsunternehmen.* • *Stationärer Handel bleibt weitgehend geschützt.* • *Strukturwandel zulasten der kleinen Handelsbetriebe setzt sich fort.*
Verkehr/ Logistik	• Selbstfahrende Autos sind bis 2030 weitverbreitet. • Carsharing setzt sich durch. • Vollautomatische Lagerhaltung in großen Handels- und Industrieunternehmen • Hohes Transportaufkommen durch steigenden Online-Handel und vernetzte Industrieproduktion • Verkehrsleitsysteme optimieren Verkehrsfluss.	• Hohe Präferenz der Bevölkerung für individuelle, selbstgesteuerte Mobilität • Technische und rechtliche Probleme verhindern den flächendeckenden Einsatz von selbstfahrenden Autos. • Starker Widerstand durch das Verkehrs- und Taxigewerbe • Anwendung beschränkt sich auf spezielle Strecken (Sonderspur für selbstlenkende Lkws auf Autobahnen, Eisenbahnstrecken, verkehrsreiche Straßenverbindungen usw.).
Folgerungen:	• *Sinkender Bedarf an Taxi- und Transportfahrern* • *Umstrukturierung von Taxi- und Transportunternehmen zu Wartungs- und Vermittlungszentren für Carsharing und selbstfahrende Autos* • *Umbau des öffentlichen Nahverkehrs*	• *Freisetzung an Taxi- und Transportfahrern bleibt begrenzt.* • *Transportmanagement für selbstfahrende Autos bleibt in den Händen der Automobilunternehmen.* • *Automobilproduktion sinkt aufgrund demografischen Wandels und steigenden Umweltbewusstseins.*

(Fortsetzung Anhang 1)

	Szenario 1 ***Beschleunigte Digitalisierung***	**Szenario 2** ***Stetige Digitalisierung***
Folgerungen:	• *Sinkender Bedarf an Lagerarbeitern und -verwaltern* • *Steigender Bedarf an Wartungsmechanikern, Verkehrsinformatikern* • *Sinkender Bedarf an Fahrzeugen (steigende Auslastung des Fahrzeugparks)* • *Selbstfahrende Autos ermöglichen rasche Verbreitung des Elektromobils.*	
Verlage/ Medien	• Rundfunk und Fernsehen wandeln sich zu individuell steuerbaren Nachrichten-, Video- und Informationsplattformen. • Wenige große internationale Plattformen beherrschen den Nachrichten- und Informationsmarkt. • Unzählige Blogs und spezielle Informationsplattformen bedienen die spezifischen Interessen der Internet-User. • Die Printausgaben der Zeitungs- und Buchverlage verschwinden wegen zu geringer Auflagen nach und nach.	• Präferenz für „Gedrucktes“ ist bedeutsam; Printauflagen von Zeitungen und Büchern bleiben zum Teil erhalten. • Die ubiquitäre Präsenz des Internets wird nur eingeschränkt akzeptiert. • Sprachliche und kulturelle Orientierung der Medien bleibt wichtig.
Folgerungen:	• *Das Berufsbild des Journalisten wandelt sich vom schreibenden Informationslieferanten zum Informationsmanager, der Beiträge aus unzähligen Quellen sichtet und präsentiert.* • *Zahl der Verlage und Druckereien schrumpft stark.* • *Selbstverlag und Verbreitung über das Internet nehmen zu.* • *Konzentration auf wenige Informationsplattformen verstärkt sich.*	• *Stellung des Presse- und Verlagswesens bleibt erhalten, wenn auch unter Nutzung der Informationstechnik rationeller und effizienter produziert wird.* • *Beschäftigung im Druckerei- und Verlagswesen sinkt durch stetigen Produktivitätsfortschritt.*
Finanzwesen	• Finanzwesen forciert die Verbreitung des Online-Banking und der Online-Versicherung. • Auslagerung des operativen Geschäfts auf spezialisierte Back-Office-Dienstleister mit hohem Automatisierungsgrad • Konzentration der Geschäftstätigkeit im Finanzsektor auf großvolumiges Individualgeschäft, Firmengeschäft und Investmentbanking • Virtuelle Währung gewinnt an Bedeutung.	• Kundenpräferenzen für individuelle Betreuung • Anhaltende Sicherheitsprobleme im Netz • Im Finanzwesen bleibt der Kundenbetreuer die zentrale Beratungsperson und damit grundlegend für den Geschäftserfolg. • Kundenpräferenz für kleine, regional bekannte Anbieter; Großbanken verlieren weiter an Vertrauen.
Folgerungen:	• *Auslagerung von Tätigkeiten an unternehmensorientierte Dienste* • *Sinkender Bedarf an Verwaltungsberufen, Bank- und Versicherungskaufleuten* • *Steigender Bedarf an Finanzspezialisten*	• *Integration der Geschäftsprozesse statt Externalisierung* • *Steigender Bedarf an umfassend qualifizierten Finanzberatern*

(Fortsetzung Anhang 1)

	Szenario 1 ***Beschleunigte Digitalisierung***	**Szenario 2** ***Stetige Digitalisierung***
Persönliche Dienste/ Medizin/ Private Haushalte	• Effizientere Deckung der insgesamt steigenden Nachfrage durch Vermittlung von Diensten über Informationsplattformen • Soziale Betreuung wird technikintensiver. • Digitale Medizintechnik erlaubt Ferndiagnostik und medizinische Überwachung. • Haushaltsroboter und digitale Haustechnik finden weite Verbreitung.	• Nutzung von Informationsplattformen bleibt verhalten. • Soziale Betreuung bleibt personenbezogen. • Anwendung digitaler Medizintechnik wird durch Datenschutz und Sicherheitsprobleme verlangsamt. • Präferenz für persönliche Dienstleistungen, geringere Akzeptanz von Haushaltsrobotern
Folgerungen:	• *Deutlich sinkender Bedarf an Haushaltshilfen* • *Steigender Bedarf an Wartungstechnikern* • *Hoher Produktivitätsfortschritt bei Kranken- und Altenbetreuung*	• *Persönlich erbrachte Dienste bleiben wichtig für personengerechte Dienstleistungen und in der Medizin.* • *Der geringe Produktivitätsanstieg lässt die Preise weiter steigen.* • *Humanisierung der Pflege*
Öffentlicher Sektor/Infrastruktur	• Starke Förderung der digitalen Technik: Softwareentwicklung, Breitbandtechnologie, Sensorik • Forcierter Ausbau der digitalen Netze, flächendeckende Breitbandversorgung, stetige Beschleunigung und Erweiterung der Netzkapazitäten • Umstellung des öffentlichen Sektors auf internetbasierte Verwaltung. • Ausbau digitaler Verkehrsleitsysteme	• Technologiepolitik setzt auf Entwicklung der technologischen Kernkompetenzen und Adaption der digitalen Technik. • Strukturpolitik setzt auf Diversifizierung statt Fokussierung auf die digitale Technik. • Verhaltener Ausbau der digitalen Netze (Breitbandgeschwindigkeit bleibt unter den technischen Möglichkeiten). • Teilweise Umstellung des öffentlichen Sektors auf internetbasierte Verwaltung
Folgerungen:	• *Hohe F&E-Ausgaben und hohe Investitionen in die Netztechnologie* • *Hohe Produktivitätseffekte im öffentlichen Sektor*	• *Keine Steigerung der IT-spezifischen F&E-Ausgaben und Investitionen* • *Produktivität im öffentlichen Sektor bleibt beim bisherigen Trendwachstum.*

Anhang 2
Methodik zur Messung der Digitalisierungseffekte

Indikatoren zu den direkten Effekten der Digitalisierung

Zur Quantifizierung der Digitalisierungseffekte wurde zwischen Nachfrage- und Produktivitätseffekten unterschieden. Zur Einschätzung dieser Effekte wurden Indexwerte gebildet, die den Einfluss der digitalen Technik auf Nachfrage bzw. Produktivität in den 44 Wirtschaftszweigen dieser Prognose darstellen sollten. Dabei wurden sechs Technologiefelder unterschieden:

- Vernetzung/Industrie 4.0
- Robotik
- Additive Fertigung/3D-Druck
- Autonomes Fahren
- Informationsplattformen
- Software/Künstliche Intelligenz/Big Data

Zur Festlegung der Indexwerte wurden die Ergebnisse der Fachexpertisen und der Fachliteratur herangezogen (Bertschek et al. 2016). Dabei wurde die Wirkungsintensität jedes Technologiefelds für jeden Wirtschaftszweig eingeschätzt. Im Anschluss wurden die einzelnen Technologiefelder im Hinblick auf ihren Einfluss auf Nachfrage einerseits und Produktivität andererseits gewichtet. Daraus ergaben sich die in Abbildung 31 dargestellten Werte, die sich in einem maximalen Zahlenraum von ± 100 bewegen.

Gesamtwirtschaftliche und sektorale Entwicklung

Die Quantifizierung der Digitalisierungseffekte beruht auf dem G3M-Strukturmodell, wie es in unserem Methodenbericht beschrieben ist (Kriechel/Vogler-Ludwig 2013: 8 ff.). Dieses Modell bildet sowohl den Produktionskreislauf als auch den Arbeitsmarkt in einer Differenzierung nach 44 Wirtschaftszweigen ab. Damit wird die Verflechtung der Wirtschaftszweige ebenso abgebildet wie die Wechselwirkungen zwischen Angebot und Nachfrage auf dem Arbeitsmarkt. Auf diese Weise können konsistente Prognosewerte in tiefer Differenzierung berechnet werden.

Die Modellrechnungen gehen einerseits von den direkten Nachfrageeffekten der digitalen Technik aus, die zu exogenen Veränderungen von Investitionen (einschl. Forschungs- und Entwicklungsausgaben) sowie Exporten führen. Diese Nachfrageeffekte werden über die Verflechtungsmatrix in andere Wirtschaftszweige transferiert. Dabei ändert sich auch die Nachfrageverflechtung im Zuge der technologischen Umgestaltung (insbesondere durch Industrie 4.0). Andererseits löst die Anwendung

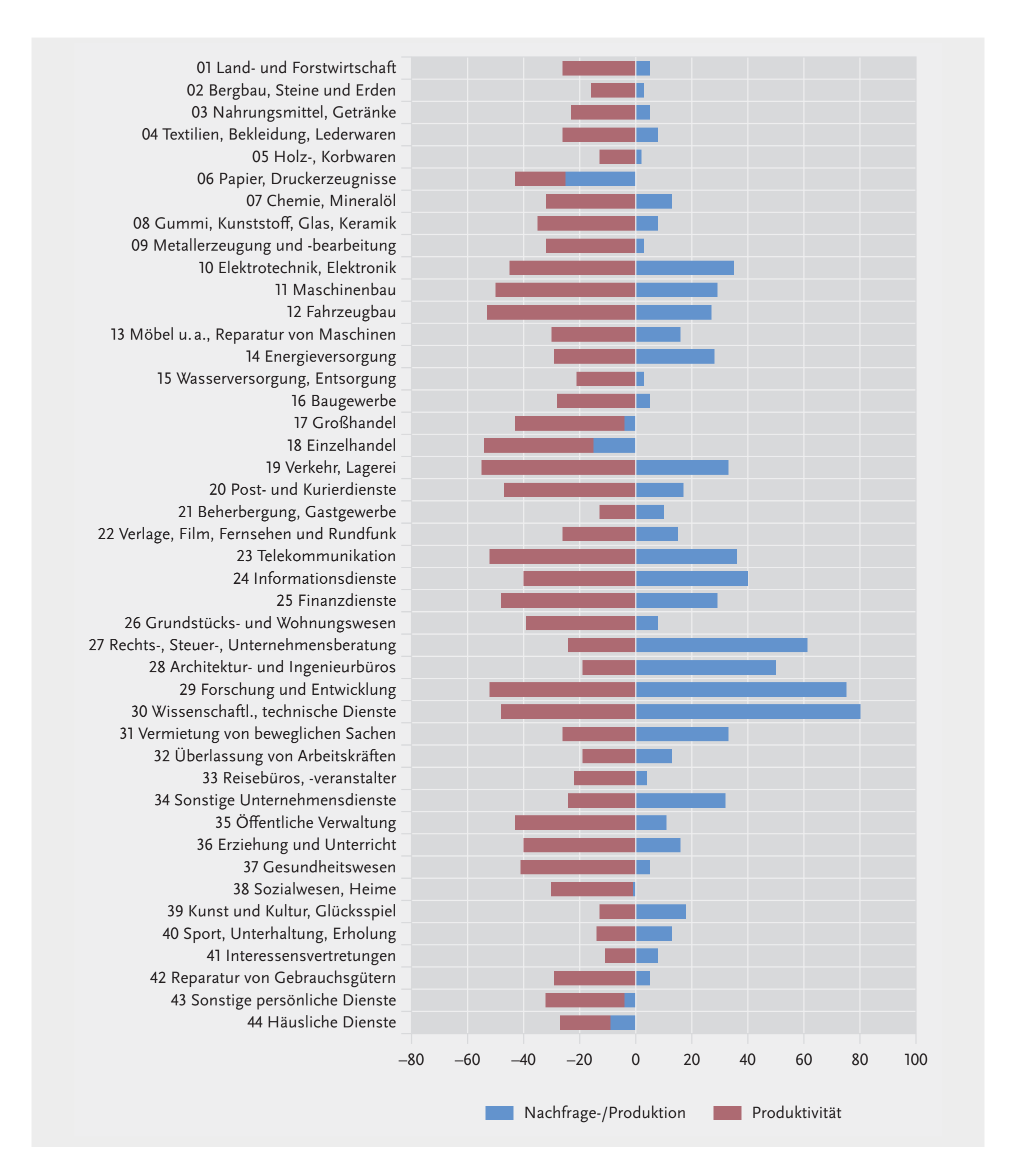


Abb. 31 Direkte Nachfrage- und Produktivitätseffekte der Digitalisierung
Indexwerte (Maximum ± 100)

Quelle: Economix (Prognose 2016, T10)

digitaler Technik Produktivitäts-, Kosten- und Preiseffekte aus. Die Produktivität ist im Modell eine Funktion von Sachkapitalinvestitionen, F&E-Ausgaben und anderen Technologieindikatoren. Zusätzlich zu dieser aus der Vergangenheit bekannten Abhängigkeit wurde unterstellt, dass digitale Technik – aufgrund der sinkenden Preise – mit einer steigenden Kapitalproduktivität verbunden ist. Die sektorale Verteilung der Nachfrage- und Produktivitätseffekte orientiert sich an den oben beschriebenen Indikatoren.

Die Schätzung der wirtschaftlichen Auswirkungen der Digitalisierung sieht sich mit dem Problem konfrontiert, dass die Wirtschaftsstatistik nur sehr wenig von dem abbildet, was digitale Technik bewirkt.[43] Dies hat drei Gründe:

- Reale Messgrößen sind eine Fiktion der Mengenwelt. Zwar können Preisänderungen aus den Aggregaten von Wertschöpfung, Investitionen usw. herausgerechnet werden, aber die verbleibenden Aggregate bleiben Wertaggregate. Die in ihnen enthaltenen Basispreise bilden Marktbewertung ab und keine wie auch immer gearteten Mengenrelationen. Der „physische" Einsatz digitaler Technik bleibt also verborgen.
- Die Preise vieler IT-Güter sinken kontinuierlich, d. h., die preisbereinigten Zeitreihen signalisieren eine „reale" Ausweitung, die – zum Zeitpunkt des Kaufes – gar nicht stattgefunden hat.[44] Erst im zweiten Schritt reagiert die Nachfrage meist positiv auf solche Preissenkungen, aber dies spielt sich aus dem Blickwinkel der Preisbereinigung schon in der nächsten Periode ab. In den Produktivitätsschätzungen wird der Kapiteleinsatz für digitale Technik also überschätzt und die Produktivitätsentwicklung wird unterschätzt.
- Die Qualität der Produkte bleibt unsichtbar. Sie ist – neben dem Preis – aber der entscheidende Wettbewerbsfaktor, mit dem sich die Anbieter von Gütern auf dem Markt behaupten können. Wenn also die Produzenten digitale Technik vorwiegend einsetzen, um die Qualität ihrer Produkte zu verbessern, ist der Wachstumseffekt bei hypothetisch gleicher Absatzmenge und gleichem Preis gleich Null und die „wahre" Produktivität wird unterschätzt.

Die IT-Güter sind eine besondere Produktgruppe, die durch Qualitätsverbesserungen bei sinkenden Preisen gekennzeichnet ist. Es treten also zwei Effekte gleichzeitig auf, die Messfehler im statistisch beobachtbaren Produktivitätswachstum verursachen: Der Preiseffekt aus sinkenden Investitionsgüterpreisen und der Qualitätseffekt aus (unbekannten) Qualitätsänderungen der erzeugten Produkte und Leistungen. Es ist daher nicht erstaunlich, dass in den vielen Studien zu den Produktivitätseffekten der

43 Robert Solow hat es so ausgedrückt: „We see the computer age everywhere, except in the productivity statistics." (1987).

44 Das Statistische Bundesamt verwendet im Bereich der informationstechnischen Güter die sog. hedonische Preisbereinigung, um qualitätsbereinigte Preisindices zu berechnen. Dabei werden qualitätsbedingte Preisänderungen mit Regressionsverfahren aus etwa 1 % aller Preisreihen herausgerechnet (Statistisches Bundesamt 2016). Dies verbessert zwar die Messung der Inflation in den Preisen, liefert aber keine Informationen über die qualitativen Änderungen der Güter. Diese Information wäre aber notwendig, um zwischen mengenbedingten und qualitätsbedingten Änderungen in den Aggregaten zu trennen.

digitalen Technik keine eindeutigen Nachweise für ihre positiven Auswirkungen gefunden werden (Bertschek et al. 2016: 64). Dies scheint allerdings eher der Unzulänglichkeit der Messgrößen als der Wirkungslosigkeit der digitalen Technik zuzuschreiben zu sein.

Schätzung der Berufs- und Qualifikationsdaten

Alle Berufsdaten wurden in der Prognose 2016 auf die Klassifizierung der Berufe 2010 umgestellt. Dies erfolgte auf Basis einer Sonderauswertung des Mikrozensus für die Jahre 2012–14, durch die eine Gegenüberstellung mit der Berufsklassifikation von 1992 möglich war. In unseren Modellrechnungen verwenden wir die neue Klassifikation in einer Untergliederung nach 144 Berufen (Dreisteller der KB10) und vier Anforderungsniveaus.

Zur Schätzung der Daten für Erwerbspersonen und Erwerbstätige wurden im ersten Schritt die aus der Prognose 2014 vorliegenden Daten nach KB92 in die KB10 überführt. Im zweiten Schritt wurden die Ex-post-Daten für 1995–2012 auf Basis der revidierten Daten zur Erwerbstätigkeit nach Wirtschaftszweigen und der Wirtschaftszweig-Berufe-Matrix für 2012–14 in die Gliederung nach KB10-Berufen überführt. Dazu wurde ein mehrstufiges RAS-Verfahren angewandt, das sich einerseits an der Verteilung der Erwerbstätigen nach Wirtschaftszweigen (VGR) und andererseits an der Verteilung nach den 27 Gruppen der formalen beruflichen Qualifikation (Prognose 2014) orientierte. Das Ergebnis der Berechnungen war die mit diesen beiden Verteilungen abgestimmte Schätzung der Erwerbstätigkeit nach Berufen der KB10 und den Anspruchsniveaus.

Zur Schätzung der Erwerbslosen (und in Summe mit den Erwerbstätigen der Erwerbspersonen) wurden die berufsspezifischen Erwerbslosenquoten für 2012–14 aus dem Mikrozensus auf die Zeitreihen für Erwerbstätige übertragen und mit der Gesamtzahl der Erwerbslosen abgestimmt.

Für den Prognosezeitraum bis 2030 wurde in ähnlicher Weise vorgegangen. Ausgangspunkt der Berechnungen waren die Vorausschätzungen der Erwerbstätigen nach Wirtschaftszweigen nach der Prognose 2016. Im *Basisszenario* konnten wir von einer ähnlichen Verteilung der Erwerbstätigkeit nach formaler beruflicher Qualifikation ausgehen, wie wir sie im *Basisszenario* 2014 geschätzt hatten. Damit standen zwei Randverteilungen fest, die es erlaubten, die Prognosedaten nach Berufen der KB10 und nach Anforderungsniveaus zu schätzen. Das *Basisszenario* 2014 lieferte auch die Erwerbslosenquoten nach Qualifikationsgruppen und erlaubte so durch Umrechnung auf die Berufe nach KB10 die Schätzung der Erwerbspersonen.

Für das Szenario *Beschleunigte Digitalisierung* waren zusätzliche Steuerungen notwendig. Zwar lieferte die veränderte Schätzung der Erwerbstätigkeit nach Wirtschaftszweigen bereits eine gewisse Verlagerung in den Berufsstrukturen. Es war allerdings davon auszugehen, dass die digitale Technik die berufliche Zusammensetzung der Erwerbstätigen eines Wirtschaftszweigs zusätzlich verändert. Dies ist auch die Zielrichtung der berufsspezifischen Analysen von Frey/Osborne (2013), Bonin/Gregory/

Zierahn (2015) und des IAB (Dengler/Matthes 2015). Die Ergebnisse dieser Studien haben wir nach KB10 geordnet und zu Indikatoren verarbeitet. Hier bleibt allerdings anzumerken, dass unsere Prognose nicht nur Gefährdungspotenziale durch digitale Technologien ermittelt, sondern auch auf die Nettoeffekte von Nachfrage- und Produktivitätsimpulsen abzielt. Dies galt – wie oben gezeigt – nicht nur für Wirtschaftszweige, sondern auch für die Berufe. In ähnlicher Weise wie bei den Wirtschaftszweigen wurden daher Indikatorwerte für die verschiedenen Berufe aus begünstigenden und benachteiligenden Faktoren ermittelt und in die Prognose eingesetzt.

Bevölkerungs- und Erwerbspersonenprognose

Die Bevölkerungsprognose basiert auf den Bevölkerungsdaten des Zensus 2011. Sie setzt eigene Annahmen über Volumen und Verlauf der Zuwanderung. Für die vorliegende Prognose wurde die Zuwanderung von Flüchtlingen gesondert modelliert, um diese Gruppe in der weiteren Arbeitsmarktanalyse nachweisen zu können. Die Geburtenrate liegt konstant bei 1,4 Kindern pro Frau. Die Lebenserwartung steigt bis 2060 um 7,8 Jahre bei Männern und 6,8 Jahre bei Frauen.

Die Erwerbspersonenprognose berechnet die Zahl der Erwerbspersonen nach Fünf-Jahres-Gruppen. Die Erwerbsquoten der Altersgruppen wurden unter Berücksichtigung von bildungs-, familien- und rentenpolitischen Faktoren exogen festgelegt (Vogler-Ludwig/Düll/Kriechel 2013: 94).

Literatur

Bertschek, I.; Ohnemus, J., Niebel, T. (2016): Auswirkungen der Digitalisierung auf die zukünftigen Arbeitsmärkte. In: Düll, N. (Hrsg.) (2016a): Digitalisierung der Arbeitswelt. Fachexpertisen zur Arbeitsmarktprognose 2030. München (in Vorbereitung).

Bonin, H.; Gregory, T.; Zierahn, U. (2015): Übertragung der Studie von Frey/Osborne (2013) auf Deutschland. ZEW Kurzexpertise Nr. 57. Online: http://ftp.zew.de/pub/zew-docs/gutachten/Kurzexpertise_BMAS_ZEW2015.pdf.

Dengler K.; Matthes, B. (2015): In kaum einem Beruf ist der Mensch vollständig ersetzbar. IAB Kurzbericht 24/2015. Online: http://doku.iab.de/kurzber/2015/kb2415.pdf.

Frey, C.; Osborne, M. A. (2013): The Future of Employment: How Susceptible are Jobs to Computerization? Online: http://www.oxfordmartin.ox.ac.uk/downloads/academic/The_Future_of_Employment.pdf.

Kriechel, B.; Vogler-Ludwig, K. (2013): Arbeitsmarkt 2030 – Methodenbericht. W. Bertelsmann Verlag, Bielefeld.

Solow, R. (1987): We'd better watch out. New York Times Book Review July 12 1987.

Statistisches Bundesamt (2016): Qualitätsbereinigung in der amtlichen Preisstatistik. Online: https://www.destatis.de/DE/ZahlenFakten/GesamtwirtschaftUmwelt/Preise/Methoden/Qualitaetsbereinigung.html;jsessio nid=4C0BA6B1C34560E2FC1D12529A329DDA.cae1#doc1757350bodyText8.

Vogler-Ludwig K.; Düll, N. (2013): Arbeitsmarkt 2030. Eine strategische Vorausschau auf Demografie, Beschäftigung und Bildung in Deutschland. W. Bertelsmann Verlag, Bielefeld.

Anhang 3
Tabellen

1 Bevölkerung und Arbeitsangebot

1.1 Bevölkerung nach Alter und Geschlecht
Prognose 2016

Geschlecht und Altersgruppe	Bestand, in 1.000				Veränderungen 2014–2030		
	2014	2020	2025	2030	in 1.000	in %	⌀ jährl. Veränderung, in %
Männlich, bis 14 Jahre	5.500	5.562	5.494	5.310	–190	–3,5	–0,2
Männlich, 15–19 Jahre	2.079	2.032	1.883	1.910	–169	–8,1	–0,5
Männlich, 20–24 Jahre	2.379	2.384	2.085	1.937	–441	–18,5	–1,3
Männlich, 25–29 Jahre	2.561	2.650	2.441	2.143	–417	–16,3	–1,1
Männlich, 30–34 Jahre	2.565	2.863	2.701	2.493	–72	–2,8	–0,2
Männlich, 35–39 Jahre	2.392	2.789	2.911	2.751	358	15,0	0,9
Männlich, 40–44 Jahre	2.797	2.563	2.820	2.943	145	5,2	0,3
Männlich, 45–49 Jahre	3.531	2.701	2.573	2.829	–702	–19,9	–1,4
Männlich, 50–54 Jahre	3.417	3.442	2.687	2.564	–853	–25,0	–1,8
Männlich, 55–59 Jahre	2.862	3.441	3.376	2.646	–216	–7,5	–0,5
Männlich, 60–64 Jahre	2.508	2.864	3.322	3.265	757	30,2	1,7
Männlich, 65–69 Jahre	1.880	2.384	2.691	3.128	1.247	66,3	3,2
Männlich, 70–74 Jahre	2.145	1.734	2.157	2.445	300	14,0	0,8
Männlich, 75+ Jahre	3.081	3.790	3.849	4.198	1.117	36,2	2,0
Männer	**39.696**	**41.197**	**40.992**	**40.562**	**866**	**2,2**	**0,1**
Weiblich, bis 14 Jahre	5.171	5.171	5.079	4.909	–263	–5,1	–0,3
Weiblich, 15–19 Jahre	1.965	1.906	1.774	1.770	–195	–9,9	–0,7
Weiblich, 20–24 Jahre	2.263	2.102	1.963	1.831	–432	–19,1	–1,3
Weiblich, 25–29 Jahre	2.480	2.338	2.163	2.024	–456	–18,4	–1,3
Weiblich, 30–34 Jahre	2.528	2.644	2.394	2.220	–309	–12,2	–0,8

(Fortsetzung 1.1 Bevölkerung nach Alter und Geschlecht)

Geschlecht und Altersgruppe	Bestand, in 1.000				Veränderungen 2014–2030		
	2014	2020	2025	2030	in 1.000	in %	⌀ jährl. Veränderung, in %
Weiblich, 35–39 Jahre	2.369	2.682	2.698	2.449	80	3,4	0,2
Weiblich, 40–44 Jahre	2.757	2.506	2.720	2.737	–20	–0,7	0,0
Weiblich, 45–49 Jahre	3.435	2.666	2.527	2.741	–694	–20,2	–1,4
Weiblich, 50–54 Jahre	3.373	3.378	2.675	2.538	–835	–24,8	–1,8
Weiblich, 55–59 Jahre	2.905	3.442	3.362	2.670	–234	–8,1	–0,5
Weiblich, 60–64 Jahre	2.652	2.966	3.397	3.321	669	25,2	1,4
Weiblich, 65–69 Jahre	2.038	2.618	2.877	3.298	1.261	61,9	3,1
Weiblich, 70–74 Jahre	2.482	1.978	2.487	2.739	257	10,4	0,6
Weiblich, 75+ Jahre	4.869	5.525	5.494	5.865	996	20,5	1,2
Frauen	**41.286**	**41.923**	**41.611**	**41.112**	**–174**	**–0,4**	**0,0**
Insgesamt, bis 14 Jahre	10.672	10.733	10.573	10.219	–453	–4,2	–0,3
Insgesamt, 15–19 Jahre	4.044	3.938	3.657	3.680	–364	–9,0	–0,6
Insgesamt, 20–24 Jahre	4.641	4.486	4.048	3.768	–873	–18,8	–1,3
Insgesamt, 25–29 Jahre	5.041	4.988	4.604	4.168	–873	–17,3	–1,2
Insgesamt, 30–34 Jahre	5.093	5.507	5.096	4.713	–381	–7,5	–0,5
Insgesamt, 35–39 Jahre	4.761	5.471	5.610	5.200	439	9,2	0,6
Insgesamt, 40–44 Jahre	5.554	5.069	5.541	5.680	125	2,3	0,1
Insgesamt, 45–49 Jahre	6.965	5.367	5.100	5.569	–1.396	–20,0	–1,4
Insgesamt, 50–54 Jahre	6.790	6.820	5.362	5.102	–1.688	–24,9	–1,8
Insgesamt, 55–59 Jahre	5.767	6.883	6.737	5.316	–450	–7,8	–0,5
Insgesamt, 60–64 Jahre	5.160	5.830	6.720	6.586	1.426	27,6	1,5
Insgesamt, 65–69 Jahre	3.918	5.002	5.568	6.426	2.508	64,0	3,1
Insgesamt, 70–74 Jahre	4.627	3.711	4.644	5.184	558	12,1	0,7
Insgesamt, 75+ Jahre	7.950	9.315	9.344	10.063	2.113	26,6	1,5
Insgesamt	**80.983**	**83.121**	**82.603**	**81.674**	**692**	**0,9**	**0,1**

Quelle: Economix (Prognose 2016, D1–1)

1.2 Erwerbspersonen nach Alter und Geschlecht
Prognose 2016

Geschlecht und Altersgruppe	Bestand, in 1.000				Veränderungen 2014–2030		
	2014	2020	2025	2030	in 1.000	in %	⌀ jährl. Veränderung, in %
Männlich, 15–19 Jahre	897	872	850	903	6	0,7	0,0
Männlich, 20–24 Jahre	1.864	1.835	1.665	1.570	–293	–15,7	–1,1
Männlich, 25–29 Jahre	2.308	2.330	2.168	1.921	–387	–16,8	–1,1
Männlich, 30–34 Jahre	2.479	2.716	2.558	2.354	–125	–5,0	–0,3
Männlich, 35–39 Jahre	2.345	2.711	2.822	2.645	301	12,8	0,8
Männlich, 40–44 Jahre	2.745	2.506	2.754	2.853	108	3,9	0,2
Männlich, 45–49 Jahre	3.428	2.625	2.497	2.734	–694	–20,2	–1,4
Männlich, 50–54 Jahre	3.221	3.262	2.545	2.424	–797	–24,7	–1,8
Männlich, 55–59 Jahre	2.560	3.132	3.096	2.443	–116	–4,5	–0,3
Männlich, 60–64 Jahre	1.493	1.816	2.239	2.334	841	56,4	2,8
Männlich, 65–69 Jahre	288	415	617	889	601	208,4	7,3
Männlich, 70–74 Jahre	171	152	243	332	161	93,9	4,2
Männlich, 75+ Jahre	0	0	0	0	0	–	–
Männer	**23.798**	**24.374**	**24.053**	**23.403**	**–395**	**–1,7**	**–0,1**
Weiblich, 15–19 Jahre	750	730	706	733	–17	–2,3	–0,1
Weiblich, 20–24 Jahre	1.679	1.559	1.487	1.416	–262	–15,6	–1,1
Weiblich, 25–29 Jahre	2.077	1.969	1.845	1.736	–341	–16,4	–1,1
Weiblich, 30–34 Jahre	2.141	2.284	2.111	1.992	–150	–7,0	–0,5
Weiblich, 35–39 Jahre	2.039	2.361	2.427	2.245	207	10,1	0,6
Weiblich, 40–44 Jahre	2.471	2.272	2.492	2.528	57	2,3	0,1
Weiblich, 45–49 Jahre	3.086	2.420	2.312	2.525	–561	–18,2	–1,2
Weiblich, 50–54 Jahre	2.917	2.957	2.357	2.253	–664	–22,8	–1,6
Weiblich, 55–59 Jahre	2.267	2.769	2.761	2.239	–28	–1,2	–0,1
Weiblich, 60–64 Jahre	1.141	1.376	1.720	1.830	689	60,4	3,0
Weiblich, 65–69 Jahre	230	338	529	788	559	243,0	8,0
Weiblich, 70–74 Jahre	135	125	226	325	189	140,0	5,6
Weiblich, 75+ Jahre	0	0	0	0	0	–	–
Frauen	**20.932**	**21.161**	**20.972**	**20.609**	**–323**	**–1,5**	**–0,1**
Insgesamt, 15–19 Jahre	1.647	1.602	1.556	1.635	–11	–0,7	0,0
Insgesamt, 20–24 Jahre	3.542	3.394	3.153	2.987	–556	–15,7	–1,1
Insgesamt, 25–29 Jahre	4.385	4.299	4.012	3.656	–728	–16,6	–1,1
Insgesamt, 30–34 Jahre	4.621	5.000	4.669	4.346	–275	–6,0	–0,4
Insgesamt, 35–39 Jahre	4.383	5.072	5.249	4.890	507	11,6	0,7
Insgesamt, 40–44 Jahre	5.216	4.778	5.246	5.381	165	3,2	0,2

(Fortsetzung 1.2 Erwerbspersonen nach Alter und Geschlecht)

Geschlecht und Altersgruppe	Bestand, in 1.000				Veränderungen 2014–2030		
	2014	2020	2025	2030	in 1.000	in %	⌀ jährl. Veränderung, in %
Insgesamt, 45–49 Jahre	6.514	5.045	4.809	5.260	–1.254	–19,3	–1,3
Insgesamt, 50–54 Jahre	6.137	6.219	4.902	4.676	–1.461	–23,8	–1,7
Insgesamt, 55–59 Jahre	4.827	5.901	5.858	4.682	–145	–3,0	–0,2
Insgesamt, 60–64 Jahre	2.633	3.192	3.958	4.164	1.530	58,1	2,9
Insgesamt, 65–69 Jahre	518	754	1.145	1.677	1.159	223,7	7,6
Insgesamt, 70–74 Jahre	307	277	468	657	350	114,2	4,9
Insgesamt, 75+ Jahre	0	0	0	0	0	–	–
Insgesamt	**44.730**	**45.535**	**45.026**	**44.012**	**–718**	**–1,6**	**–0,1**

Quelle: Economix (Prognose 2016, D1–2)

1.3 Erwerbsquoten nach Alter und Geschlecht
Prognose 2016

Geschlecht und Altersgruppe	In % der Bevölkerung				Veränderungen 2014–2030		
	2014	2020	2025	2030	in PP	in %	⌀ jährl. Veränderung, in %
Männlich, 15–19 Jahre	43,4	42,9	45,1	47,3	3,8	8,8	0,5
Männlich, 20–24 Jahre	78,9	77,0	79,9	81,0	2,2	2,8	0,2
Männlich, 25–29 Jahre	90,7	87,9	88,8	89,6	–1,1	–1,2	–0,1
Männlich, 30–34 Jahre	97,3	94,9	94,7	94,4	–2,8	–2,9	–0,2
Männlich, 35–39 Jahre	98,6	97,2	96,9	96,2	–2,5	–2,5	–0,2
Männlich, 40–44 Jahre	98,8	97,8	97,7	97,0	–1,8	–1,8	–0,1
Männlich, 45–49 Jahre	97,7	97,2	97,1	96,7	–1,1	–1,1	–0,1
Männlich, 50–54 Jahre	94,9	94,8	94,7	94,5	–0,3	–0,4	0,0
Männlich, 55–59 Jahre	90,0	91,0	91,7	92,3	2,3	2,6	0,2
Männlich, 60–64 Jahre	59,9	63,4	67,4	71,5	11,6	19,3	1,1
Männlich, 65–69 Jahre	15,4	17,4	22,9	28,4	13,0	84,2	3,9
Männlich, 70–74 Jahre	8,0	8,8	11,2	13,6	5,6	69,0	3,3
Männlich, 75+ Jahre	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	–	–
Männer (15–74)	**77,0**	**76,5**	**76,0**	**75,4**	**–1,6**	**–2,1**	**–0,1**
Weiblich, 15–19 Jahre	38,3	38,3	39,8	41,4	3,1	8,1	0,5
Weiblich, 20–24 Jahre	74,4	74,2	75,8	77,4	3,0	4,0	0,2
Weiblich, 25–29 Jahre	84,0	84,2	85,3	85,8	1,8	2,1	0,1
Weiblich, 30–34 Jahre	85,0	86,4	88,2	89,7	4,8	5,6	0,3

(Fortsetzung 1.3 Erwerbsquoten nach Alter und Geschlecht)

Geschlecht und Altersgruppe	In % der Bevölkerung				Veränderungen 2014–2030		
	2014	2020	2025	2030	in PP	in %	⌀ jährl. Veränderung, in %
Weiblich, 35–39 Jahre	86,3	88,1	90,0	91,7	5,4	6,2	0,4
Weiblich, 40–44 Jahre	89,9	90,7	91,6	92,4	2,5	2,7	0,2
Weiblich, 45–49 Jahre	90,1	90,8	91,5	92,1	2,0	2,2	0,1
Weiblich, 50–54 Jahre	86,7	87,5	88,1	88,8	2,0	2,3	0,1
Weiblich, 55–59 Jahre	78,3	80,5	82,1	83,8	5,6	7,1	0,4
Weiblich, 60–64 Jahre	43,1	46,4	50,6	55,1	11,9	27,7	1,5
Weiblich, 65–69 Jahre	11,3	12,9	18,4	23,9	12,6	111,2	4,8
Weiblich, 70–74 Jahre	5,5	6,3	9,1	11,8	6,4	116,7	5,0
Weiblich, 75+ Jahre	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	–	–
Frauen (15–74)	**67,2**	**67,8**	**67,6**	**67,9**	**0,7**	**1,1**	**0,1**
Insgesamt, 15–19 Jahre	40,9	40,7	42,5	44,4	3,5	8,6	0,5
Insgesamt, 20–24 Jahre	76,7	75,7	77,9	79,3	2,6	3,4	0,2
Insgesamt, 25–29 Jahre	87,4	86,2	87,1	87,7	0,3	0,4	0,0
Insgesamt, 30–34 Jahre	91,2	90,8	91,6	92,2	1,1	1,2	0,1
Insgesamt, 35–39 Jahre	92,5	92,7	93,6	94,1	1,6	1,7	0,1
Insgesamt, 40–44 Jahre	94,4	94,3	94,7	94,7	0,4	0,4	0,0
Insgesamt, 45–49 Jahre	94,0	94,0	94,3	94,4	0,5	0,5	0,0
Insgesamt, 50–54 Jahre	90,8	91,2	91,4	91,7	0,8	0,9	0,1
Insgesamt, 55–59 Jahre	84,1	85,7	86,9	88,1	4,0	4,7	0,3
Insgesamt, 60–64 Jahre	51,3	54,8	58,9	63,2	11,9	23,3	1,3
Insgesamt, 65–69 Jahre	13,3	15,1	20,6	26,1	12,8	96,5	4,3
Insgesamt, 70–74 Jahre	6,7	7,5	10,1	12,7	6,0	90,3	4,1
Insgesamt, 75+ Jahre	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	–	–
Insgesamt (15–74)	**72,1**	**72,2**	**71,8**	**71,7**	**–0,4**	**–0,5**	**0,0**

Quelle: Economix (Prognose 2016, D1–3)

2 Basisvariante

2.1 Gesamtwirtschaftliche Indikatoren
Prognose 2016, *Basisvariante*

	2014	2020	2025	2030
Erwerbspersonen (in 1.000)	44.730	45.535	45.026	44.012
Erwerbstätige (in 1.000)	42.703	43.330	43.236	42.680
Erwerbslose (in 1.000)	2.027	2.204	1.789	1.332
Erwerbslosenrate (%)	4,5	4,8	4,0	3,0
Pro-Kopf-Einkommen, in Preisen von 2.000 (in 1.000 Euro)	33,6	36,0	39,7	44,0
Arbeitszeit (2014 = 100)	100,0	99,8	101,8	103,7
Arbeitsproduktivität (BIP/Erwerbstätige; 2014 = 100)	100,0	108,5	119,0	132,3
Preisindex (2014 = 100)	100,0	108,6	117,1	127,8

Quelle: Economix (Prognose 2016, D2–1)

2.2 Erwerbspersonen

2.2.1 Erwerbspersonen nach Berufen
Prognose 2016, *Basisvariante*

Beruf (Klassifikation der Berufe 2010)	Bestand, in 1.000				Veränderungen 2014–2030		
	2014	2020	2025	2030	in 1.000	in %	⌀ jährl. Veränderung, in %
0 Militär	**183**	**163**	**152**	**142**	**–40**	**–22,1**	**–1,5**
01 Angehörige der regulären Streitkräfte	183	163	152	142	–40	–22,1	–1,5
1 Land-, Forst- und Tierwirtschaft und Gartenbau	**1.121**	**1.073**	**1.002**	**939**	**–182**	**–16,2**	**–1,1**
11 Land-, Tier-, Forstwirtschaftsberufe	642	592	530	482	–161	–25,0	–1,8
12 Gartenbauberufe, Floristik	479	481	472	458	–21	–4,4	–0,3
2 Rohstoffgewinnung, Produktion und Fertigung	**8.508**	**8.321**	**8.048**	**7.708**	**–800**	**–9,4**	**–0,6**
21 Rohstoffgewinn, Glas-, Keramikverarbeitung	130	121	116	113	–17	–13,5	–0,9
22 Kunststoff- u. Holzherst., -verarbeitung	626	596	571	545	–81	–13,0	–0,9

(Fortsetzung 2.2.1 Erwerbspersonen nach Berufen)

Beruf (Klassifikation der Berufe 2010)	Bestand, in 1.000				Veränderungen 2014–2030		
	2014	2020	2025	2030	in 1.000	in %	⌀ jährl. Veränderung, in %
23 Papier-, Druckberufe, techn. Mediengestalt.	416	420	407	391	–26	–6,2	–0,4
24 Metallerzeugung, -bearbeitung, Metallbau	1.454	1.413	1.330	1.265	–189	–13,0	–0,9
25 Maschinen- und Fahrzeugtechnikberufe	2.209	2.143	2.098	2.010	–199	–9,0	–0,6
26 Mechatronik-, Energie- u. Elektroberufe	1.372	1.359	1.340	1.317	–55	–4,0	–0,3
27 Technische Forschungs-, Entwicklungs-, Konstruktions- und Produktionssteuerungsberufe	959	940	928	904	–56	–5,8	–0,4
28 Textil- und Lederberufe	198	189	174	159	–39	–19,7	–1,4
29 Lebensmittelherstellung u. -verarbeitung	1.143	1.138	1.085	1.006	–137	–12,0	–0,8
3 Bau, Architektur, Vermessung und Gebäudetechnik	**2.697**	**2.746**	**2.652**	**2.594**	**–103**	**–3,8**	**–0,2**
31 Bauplanung, Architektur, Vermessungsberufe	420	452	460	461	41	9,7	0,6
32 Hoch- und Tiefbauberufe	668	678	642	622	–45	–6,7	–0,4
33 (Innen-)Ausbauberufe	623	629	595	575	–49	–7,8	–0,5
34 Gebäude- u. versorgungstechnische Berufe	986	987	954	936	–50	–5,1	–0,3
4 Naturwissenschaft, Geografie und Informatik	**1.559**	**1.673**	**1.695**	**1.691**	**131**	**8,4**	**0,5**
41 Mathematik-, Biologie-, Chemie-, Physikberufe	496	530	542	549	53	10,7	0,6
42 Geologie-, Geografie-, Umweltschutzberufe	82	89	91	91	9	11,0	0,7
43 Informatik- und andere IKT-Berufe	982	1.054	1.062	1.052	70	7,1	0,4
5 Verkehr, Logistik, Schutz und Sicherheit	**6.077**	**6.087**	**6.015**	**5.986**	**–91**	**–1,5**	**–0,1**
51 Verkehr, Logistik (außer Fahrzeugführer)	2.361	2.366	2.385	2.403	41	1,7	0,1
52 Führer von Fahrzeug- u. Transportgeräten	1.426	1.423	1.408	1.378	–47	–3,3	–0,2
53 Schutz-, Sicherheits-, Überwachungsberufe	680	672	664	654	–26	–3,8	–0,2
54 Reinigungsberufe	1.609	1.627	1.557	1.551	–59	–3,7	–0,2

(Fortsetzung 2.2.1 Erwerbspersonen nach Berufen)

Beruf (Klassifikation der Berufe 2010)	Bestand, in 1.000				Veränderungen 2014–2030		
	2014	2020	2025	2030	in 1.000	in %	⌀ jährl. Veränderung, in %
6 Kaufmännische Dienstleistungen, Warenhandel, Vertrieb, Hotel und Tourismus	**5.675**	**5.544**	**5.544**	**5.353**	**–322**	**–5,7**	**–0,4**
61 Einkaufs-, Vertriebs- und Handelsberufe	1.294	1.312	1.339	1.345	50	3,9	0,2
62 Verkaufsberufe	2.971	2.833	2.894	2.804	–167	–5,6	–0,4
63 Tourismus-, Hotel- und Gaststättenberufe	1.410	1.399	1.311	1.204	–205	–14,6	–1,0
7 Unternehmensorganisation, Buchhaltung, Recht und Verwaltung	**9.088**	**9.296**	**9.274**	**9.007**	**–81**	**–0,9**	**–0,1**
71 Berufe Unternehmensführung, -organisation	5.379	5.464	5.442	5.341	–38	–0,7	0,0
72 Berufe in Finanzdienstleistungen, Rechnungswesen und Steuerberatung	1.874	1.970	2.000	1.916	43	2,3	0,1
73 Berufe in Recht und Verwaltung	1.835	1.862	1.832	1.750	–85	–4,7	–0,3
8 Gesundheit, Soziales, Lehre und Erziehung	**8.502**	**9.239**	**9.209**	**9.153**	**651**	**7,7**	**0,5**
81 Medizinische Gesundheitsberufe	3.097	3.290	3.375	3.426	329	10,6	0,6
82 Nichtmed. Gesundheit, Körperpfl., Medizintechnik	1.411	1.524	1.500	1.494	83	5,9	0,4
83 Erziehung, soz., hauswirt. Berufe, Theologie	2.321	2.538	2.466	2.415	93	4,0	0,2
84 Lehrende und ausbildende Berufe	1.673	1.887	1.869	1.818	145	8,7	0,5
9 Sprach-, Literatur-, Geistes-, Gesellschafts- und Wirtschaftswissenschaften, Medien, Kunst, Kultur und Gestaltung	**1.320**	**1.393**	**1.435**	**1.438**	**118**	**9,0**	**0,5**
91 Geistes-, Gesellschafts-, Wirtschaftswissen.	118	134	136	133	15	13,1	0,8
92 Werbung, Marketing, kaufmännische und redaktionelle Medienberufe	724	778	800	803	79	10,9	0,6
93 Produktdesign, Kunsthandwerk	195	198	205	204	9	4,6	0,3
94 Darstellende, unterhaltende Berufe	283	283	294	298	15	5,3	0,3
Insgesamt	**44.730**	**45.535**	**45.026**	**44.012**	**–718**	**–1,6**	**–0,1**

Quelle: Economix (Prognose 2016, D2–2-1)

2.2.2 Erwerbspersonen nach fachlicher Berufsbildung

Prognose 2016, *Basisvariante*

Fachliche Berufsbildung	Bestand, in 1.000				Veränderungen 2014–2030		
	2014	2020	2025	2030	in 1.000	in %	⌀ jährl. Veränderung, in %
01–08 Hochschulabsolventen	**8.626**	**10.215**	**10.764**	**10.589**	**1.963**	**22,8**	**1,3**
01 Sprach- und Kulturwissenschaften, Sport	1.804	2.068	2.110	2.083	279	15,5	0,9
02 Rechts-, Wirtschafts- und Sozialwissenschaften	2.847	3.529	3.754	3.633	786	27,6	1,5
03 Mathematik, Naturwissenschaften	909	1.113	1.199	1.191	282	31,1	1,7
04 Humanmedizin, Veterinärmedizin	664	787	840	845	180	27,1	1,5
05 Agrar-, Forst- und Ernährungswissenschaften	194	218	221	199	5	2,5	0,2
06 Ingenieurwissenschaften	1.800	2.002	2.109	2.133	333	18,5	1,1
07 Kunst, Kunstwissenschaft	405	495	528	502	97	24,0	1,4
08 Sonstige	3	3	3	3	0	–8,7	–0,6
10–21 Duale Berufsausbildung	**23.855**	**24.476**	**24.198**	**23.581**	**–274**	**–1,1**	**–0,1**
10 Pflanzenbauer, Tierzüchter, Fischereiberufe	625	623	592	547	–78	–12,4	–0,8
11 Industrielle und handwerkliche Fertigungsberufe	429	422	405	393	–37	–8,6	–0,6
12 Metallberufe	2.433	2.466	2.410	2.322	–112	–4,6	–0,3
13 Übrige Fertigungsberufe	1.818	1.890	1.872	1.794	–24	–1,3	–0,1
14 Bauberufe	1.348	1.394	1.344	1.282	–66	–4,9	–0,3
15 Technische Berufe	819	803	787	777	–42	–5,1	–0,3
16 Waren- und Dienstleistungskaufleute, Versandfertigmacher, Verkehrsberufe	5.952	6.095	6.224	6.144	192	3,2	0,2
17 Organisations-, Verwaltungs-, Büroberufe	4.929	4.831	4.639	4.449	–480	–9,7	–0,6
18 Private Dienstleistungsberufe	1.093	1.098	1.083	1.068	–25	–2,3	–0,1
19 Gesundheits- und soziale Berufe	2.505	2.796	2.819	2.839	334	13,3	0,8
20 Körperpfl., Gästebetr., hauswirt. u. Reinigungsber.	1.868	2.035	2.008	1.955	87	4,7	0,3
21 Restliche Berufe	35	20	14	12	–23	–66,3	–6,6

(Fortsetzung 2.2.2 Erwerbspersonen nach fachlicher Berufsbildung)

Fachliche Berufsbildung	**Bestand, in 1.000**				**Veränderungen 2014–2030**		
	2014	**2020**	**2025**	**2030**	**in 1.000**	**in %**	**⌀ jährl. Veränderung, in %**
22–27 Fachschule	**4.428**	**4.157**	**4.074**	**4.155**	**–273**	**–6,2**	**–0,4**
22 Ingenieurberufe	1.924	1.677	1.531	1.441	–484	–25,1	–1,8
23 Kaufmännische Berufe	576	471	489	566	–10	–1,7	–0,1
24 Informatikberufe, technisch-naturwissenschaftliche Assistenten	75	67	64	64	–11	–15,3	–1,0
25 Künstlerische u. gestalterische Berufe	96	101	108	111	16	16,4	1,0
26 Erziehungs- und Pflegeberufe	1.661	1.736	1.783	1.887	226	13,6	0,8
27 Sonstige Berufe	96	105	97	87	–9	–9,4	–0,6
29 Ohne qual. Abschluss, keine Angabe	**7.821**	**6.687**	**5.990**	**5.686**	**–2.134**	**–27,3**	**–2,0**
Insgesamt	**44.730**	**45.535**	**45.026**	**44.012**	**–718**	**–1,6**	**–0,1**
davon							
MINT Gesamt [03;06;15;22;24]	**5.527**	**5.663**	**5.690**	**5.605**	**78**	**1,4**	**0,1**
MINT Hochschule [03;06]	2.709	3.115	3.308	3.324	615	22,7	1,3
MINT Duale Berufsausbildung [15]	819	803	787	777	–42	–5,1	–0,3
MINT Berufsfachschule [22;24]	1.999	1.744	1.596	1.504	–495	–24,8	–1,8

Quelle: Economix (Prognose 2016, D2–2-2)

2.3 Erwerbstätige

2.3.1 Erwerbstätige nach Wirtschaftszweigen

Prognose 2016, *Basisvariante*

Wirtschaftszweig	Bestand, in 1.000				Veränderungen 2014–2030		
	2014	2020	2025	2030	in 1.000	in %	⌀ jährl. Veränderung, in %
01 Land- und Forstwirtschaft	**651**	**585**	**524**	**483**	**–168**	**–25,9**	**–1,9**
01 Land- und Forstwirtschaft, Fischerei	651	585	524	483	–168	–25,9	–1,9
02 Energie, Wasser und Recycling	**573**	**533**	**506**	**479**	**–94**	**–16,4**	**–1,1**
02 Bergbau, Gew. von Steinen und Erden	61	51	45	40	–21	–33,9	–2,6
14 Energieversorgung	250	234	228	220	–30	–12,1	–0,8
15 Wasserversorgung, -entsorgung	262	248	233	219	–43	–16,4	–1,1
03 Verarbeitendes Gewerbe	**7.491**	**7.183**	**6.995**	**6.755**	**–736**	**–9,8**	**–0,6**
03 Nahrungs- und Genussmittel	927	843	855	839	–88	–9,5	–0,6
04 Textilien, Bekleidung, Lederwaren	159	149	127	106	–53	–33,6	–2,5
05 Holz-, Flecht-, Korb- und Korkwaren	140	137	135	130	–10	–7,3	–0,5
06 Papier, Druckereierzeugnisse	320	310	299	290	–31	–9,6	–0,6
07 Chemische Erzeugnisse, Mineralölerz.	513	518	495	483	–29	–5,7	–0,4
08 Gummi, Kunststoff, Glas, Keramik	693	663	661	656	–38	–5,4	–0,3
09 Metallerzeugung, -erzeugnisse	1.168	1.132	1.054	998	–169	–14,5	–1,0
10 Elektronik, optische Erzeugnisse	872	899	923	947	75	8,6	0,5
11 Maschinenbau	1.067	1.041	881	782	–285	–26,7	–1,9
12 Fahrzeugbau	974	941	1.036	982	8	0,9	0,1
13 Möbel, sonst. Waren; Rep. von Maschinen	658	549	530	543	–115	–17,5	–1,2
04 Baugewerbe	**2.443**	**2.499**	**2.420**	**2.430**	**–13**	**–0,5**	**0,0**
16 Hochbau, Tiefbau, Ausbaugewerbe	2.443	2.499	2.420	2.430	–13	–0,5	0,0

(Fortsetzung 2.3.1 Erwerbstätige nach Wirtschaftszweigen)

Wirtschaftszweig	Bestand, in 1.000				Veränderungen 2014–2030		
	2014	2020	2025	2030	in 1.000	in %	⌀ jährl. Veränderung, in %
05 Handel und Verkehr	**8.133**	**7.929**	**8.232**	**8.112**	**–21**	**–0,3**	**0,0**
17 Großhandel	1.922	1.850	1.921	1.957	34	1,8	0,1
18 Einzelhandel	3.988	3.839	4.033	3.918	–70	–1,8	–0,1
19 Landverkehr, Schifffahrt, Luftfahrt, Lagerei	1.629	1.679	1.720	1.691	62	3,8	0,2
20 Post-, Kurierdienste	476	452	453	449	–28	–5,8	–0,4
23 Telekommunikation	118	110	105	98	–19	–16,5	–1,1
06 Finanzdienste	**1.333**	**1.427**	**1.453**	**1.372**	**38**	**2,9**	**0,2**
25 Finanzdienste	1.200	1.282	1.308	1.226	26	2,2	0,1
31 Vermietung von beweglichen Sachen	133	145	144	145	12	9,1	0,5
07 Unternehmensdienste	**6.822**	**7.332**	**7.504**	**7.696**	**874**	**12,8**	**0,8**
24 IT-Dienste	741	806	799	812	71	9,6	0,6
27 Unternehmens-, Rechtsberatung	1.281	1.393	1.465	1.449	168	13,2	0,8
28 Architektur-, Ingenieur-, Labordienste	686	755	765	749	63	9,1	0,5
29 Forschung und Entwicklung	203	229	245	260	57	28,2	1,6
30 Sonstige professionelle Dienste	449	466	456	438	–11	–2,5	–0,2
32 Arbeitsvermittlung, -überlassung	919	962	1.028	1.179	260	28,3	1,6
34 Sonstige Unternehmensdienste	1.853	2.007	2.130	2.279	425	23,0	1,3
41 Interessenvertretungen	690	712	615	529	–160	–23,3	–1,6
08 Persönliche Dienstleistungen	**5.060**	**5.158**	**5.011**	**4.850**	**–210**	**–4,1**	**–0,3**
21 Beherbergung, Gastgewerbe	1.812	1.808	1.721	1.568	–244	–13,5	–0,9
22 Verlage, Film, Fernsehen und Rundfunk	368	374	343	321	–47	–12,9	–0,9
26 Grundstücks- und Wohnungswesen	463	473	482	490	27	5,9	0,4
33 Reisebüros, Reisedienste	105	95	86	77	–27	–26,2	–1,9
39 Kunst und Kultur, Glücksspiel	407	380	447	512	106	25,9	1,5
40 Sport, Unterhaltung, Erholung	245	255	237	226	–19	–7,7	–0,5

(Fortsetzung 2.3.1 Erwerbstätige nach Wirtschaftszweigen)

Wirtschaftszweig	Bestand, in 1.000				Veränderungen 2014–2030		
	2014	2020	2025	2030	in 1.000	in %	⌀ jährl. Veränderung, in %
42 Reparatur von Gebrauchsgütern	70	70	64	59	–10	–14,6	–1,0
43 Sonstige persönliche Dienste	742	793	758	741	–1	–0,1	0,0
44 Häusliche Dienste	849	910	872	855	6	0,7	0,0
09 Öffentliche Verwaltung	**2.535**	**2.391**	**2.277**	**2.163**	**–372**	**–14,7**	**–1,0**
35 Öffentliche Verwaltung	2.535	2.391	2.277	2.163	–372	–14,7	–1,0
10 Erziehung, Gesundheit, Sozialwesen	**7.662**	**8.293**	**8.314**	**8.340**	**678**	**8,8**	**0,5**
36 Erziehung und Unterricht	2.398	2.639	2.579	2.523	125	5,2	0,3
37 Gesundheitswesen	2.974	3.073	3.143	3.192	218	7,3	0,4
38 Sozialwesen, Heime	2.290	2.582	2.592	2.625	335	14,6	0,9
Insgesamt	**42.703**	**43.330**	**43.236**	**42.680**	**–23**	**–0,1**	**0,0**

Quelle: Economix (Prognose 2016, D2–3-1)

2.3.2 Erwerbstätige nach Berufen

Prognose 2016, *Basisvariante*

Beruf (Klassifikation der Berufe 2010)	Bestand, in 1.000				Veränderungen 2014–2030		
	2014	2020	2025	2030	in 1.000	in %	⌀ jährl. Veränderung, in %
0 Militär	**174**	**157**	**147**	**139**	**–35**	**–20,3**	**–1,4**
01 Angehörige der regulären Streitkräfte	174	157	147	139	–35	–20,3	–1,4
1 Land-, Forst- und Tierwirtschaft und Gartenbau	**1.041**	**991**	**938**	**892**	**–149**	**–14,4**	**–1,0**
11 Land-, Tier-, Forstwirtschaftsberufe	599	548	497	458	–141	–23,6	–1,7
12 Gartenbauberufe, Floristik	442	443	441	434	–8	–1,8	–0,1
2 Rohstoffgewinnung, Produktion und Fertigung	**8.086**	**7.866**	**7.684**	**7.439**	**–647**	**–8,0**	**–0,5**
21 Rohstoffgewinn, Glas-, Keramikverarbeitung	123	114	110	108	–15	–11,9	–0,8
22 Kunststoff- u. Holzherst., -verarbeitung	580	550	533	518	–62	–10,6	–0,7
23 Papier-, Druckberufe, techn. Mediengestalt.	397	401	392	379	–18	–4,5	–0,3

(Fortsetzung 2.3.2 Erwerbstätige nach Berufen)

Beruf (Klassifikation der Berufe 2010)	Bestand, in 1.000				Veränderungen 2014–2030		
	2014	2020	2025	2030	in 1.000	in %	ø jährl. Veränderung, in %
24 Metallerzeugung, -bearbeitung, Metallbau	1.385	1.337	1.270	1.221	–164	–11,8	–0,8
25 Maschinen- und Fahrzeugtechnikberufe	2.107	2.040	2014	1.948	–159	–7,5	–0,5
26 Mechatronik-, Energie- u. Elektroberufe	1.308	1.297	1.288	1.278	–30	–2,3	–0,1
27 Technische Forschungs-, Entwicklungs-, Konstruktions- und Produktionssteuerungsberufe	931	912	904	887	–44	–4,8	–0,3
28 Textil- und Lederberufe	186	177	165	152	–34	–18,2	–1,2
29 Lebensmittelherstellung u. -verarbeitung	1.069	1.039	1.008	947	–122	–11,4	–0,8
3 Bau, Architektur, Vermessung und Gebäudetechnik	**2.535**	**2.573**	**2.512**	**2.489**	**–45**	**–1,8**	**–0,1**
31 Bauplanung, Architektur, Vermessungsberufe	411	442	451	454	43	10,6	0,6
32 Hoch- und Tiefbauberufe	614	617	594	586	–28	–4,5	–0,3
33 (Innen-)Ausbauberufe	572	575	552	542	–30	–5,2	–0,3
34 Gebäude- u. versorgungstechnische Berufe	939	939	915	907	–32	–3,4	–0,2
4 Naturwissenschaft, Geografie und Informatik	**1.509**	**1.617**	**1.648**	**1.656**	**147**	**9,7**	**0,6**
41 Mathematik-, Biologie-, Chemie-, Physikberufe	478	511	526	536	58	12,1	0,7
42 Geologie-, Geografie-, Umweltschutzberufe	79	86	89	89	10	12,3	0,7
43 Informatik- und andere IKT-Berufe	951	1.020	1.033	1.030	79	8,3	0,5
5 Verkehr, Logistik, Schutz und Sicherheit	**5.698**	**5.621**	**5.644**	**5.700**	**1**	**0,0**	**0,0**
51 Verkehr, Logistik (außer Fahrzeugführer)	2.220	2.200	2.252	2.300	80	3,6	0,2
52 Führer von Fahrzeug- u. Transportgeräten	1.345	1.333	1.336	1.325	–20	–1,5	–0,1
53 Schutz-, Sicherheits-, Überwachungsberufe	653	645	642	638	–15	–2,3	–0,1
54 Reinigungsberufe	1.481	1.442	1.414	1.437	–44	–3,0	–0,2
6 Kaufmännische Dienstleistungen, Warenhandel, Vertrieb, Hotel und Tourismus	**5.359**	**5.214**	**5.274**	**5.154**	**–204**	**–3,8**	**–0,2**

(Fortsetzung 2.3.2 Erwerbstätige nach Berufen)

Beruf (Klassifikation der Berufe 2010)	Bestand, in 1.000				Veränderungen 2014–2030		
	2014	2020	2025	2030	in 1.000	in %	ø jährl. Veränderung, in %
61 Einkaufs-, Vertriebs- und Handelsberufe	1.241	1.261	1.295	1.312	71	5,7	0,3
62 Verkaufsberufe	2.806	2.674	2.760	2.707	–99	–3,5	–0,2
63 Tourismus-, Hotel- und Gaststättenberufe	1.312	1.279	1.219	1.135	–176	–13,4	–0,9
7 Unternehmensorganisation, Buchhaltung, Recht und Verwaltung	**8.803**	**9.011**	**9.034**	**8.835**	**32**	**0,4**	**0,0**
71 Berufe Unternehmensführung, -organisation	5.210	5.292	5.298	5.237	27	0,5	0,0
72 Berufe in Finanzdienstleistungen, Rechnungswesen und Steuerberatung	1.809	1.906	1.944	1.877	68	3,8	0,2
73 Berufe in Recht und Verwaltung	1.784	1.813	1.791	1.721	–63	–3,5	–0,2
8 Gesundheit, Soziales, Lehre und Erziehung	**8.228**	**8.940**	**8.965**	**8.971**	**743**	**9,0**	**0,5**
81 Medizinische Gesundheitsberufe	3.021	3.209	3.306	3.374	353	11,7	0,7
82 Nichtmed. Gesundheit, Körperpfl., Medizint.	1.350	1.457	1.445	1.454	104	7,7	0,5
83 Erziehung, soz., hauswirt. Berufe, Theologie	2.226	2.434	2.382	2.353	128	5,7	0,3
84 Lehrende und ausbildende Berufe	1.632	1.840	1.831	1.790	159	9,7	0,6
9 Sprach-, Literatur-, Geistes-, Gesellschafts- und Wirtschaftswissenschaften, Medien, Kunst, Kultur und Gestaltung	**1.270**	**1.341**	**1.392**	**1.405**	**135**	**10,6**	**0,6**
91 Geistes, -Gesellschafts-, Wirtschaftswissen.	115	131	133	131	16	14,1	0,8
92 Werbung, Marketing, kaufmännische und redaktionelle Medienberufe	699	752	778	787	88	12,6	0,7
93 Produktdesign, Kunsthandwerk	186	190	198	198	13	6,8	0,4
94 Darstellende, unterhaltende Berufe	271	269	283	290	19	6,9	0,4
Insgesamt	**42.703**	**43.330**	**43.236**	**42.680**	**–23**	**–0,1**	**0,0**

Quelle: Economix (Prognose 2016, D2–3-2)

2.3.3 Erwerbstätige nach fachlicher Berufsbildung
Prognose 2016, *Basisvariante*

Fachliche Berufsbildung	Bestand, in 1.000				Veränderungen 2014–2030		
	2014	2020	2025	2030	in 1.000	in %	⌀ jährl. Veränderung, in %
01–08 Hochschulabsolventen	**8.464**	**10.014**	**10.590**	**10.459**	**1.995**	**23,6**	**1,3**
01 Sprach- und Kulturwissenschaften, Sport	1.775	2.032	2.080	2.061	286	16,1	0,9
02 Rechts-, Wirtschafts- und Sozialwissenschaften	2.795	3.461	3.695	3.589	794	28,4	1,6
03 Mathematik, Naturwissenschaften	886	1.085	1.174	1.173	286	32,3	1,8
04 Humanmedizin, Veterinärmedizin	660	780	835	840	180	27,2	1,5
05 Agrar-, Forst- und Ernährungswissenschaften	189	212	215	196	7	3,7	0,2
06 Ingenieurwissenschaften	1.762	1.959	2.072	2.104	342	19,4	1,1
07 Kunst, Kunstwissenschaft	394	482	516	494	99	25,2	1,4
08 Sonstige	3	3	3	3	0	–8,1	–0,5
10–21 Duale Berufsausbildung	**22.840**	**23.363**	**23.253**	**22.890**	**49**	**0,2**	**0,0**
10 Pflanzenbauer, Tierzüchter, Fischereiberufe	574	574	551	519	–54	–9,5	–0,6
11 Industrielle und handwerkliche Fertigungsberufe	409	401	388	380	–29	–7,1	–0,5
12 Metallberufe	2.338	2.361	2.322	2.258	–80	–3,4	–0,2
13 Übrige Fertigungsberufe	1.721	1.786	1.783	1.730	9	0,6	0,0
14 Bauberufe	1.227	1.274	1.244	1.211	–16	–1,3	–0,1
15 Technische Berufe	803	783	769	764	–39	–4,9	–0,3
16 Waren- und Dienstleistungskaufleute, Versandfertigmacher, Verkehrsberufe	5.680	5.802	5.967	5.954	274	4,8	0,3
17 Organisations-, Verwaltungs-, Büroberufe	4.802	4.682	4.517	4.359	–443	–9,2	–0,6
18 Private Dienstleistungsberufe	1.051	1.052	1.044	1.039	–12	–1,2	–0,1
19 Gesundheits- und soziale Berufe	2.440	2.709	2.744	2.781	341	14,0	0,8
20 Körperpfl., Gästebetr., hauswirt. u. Reinigungsber.	1.762	1.918	1.909	1.883	121	6,9	0,4
21 Restliche Berufe	34	20	14	12	–23	–66,1	–6,5

(Fortsetzung 2.3.3 Erwerbstätige nach fachlicher Berufsbildung)

Fachliche Berufsbildung	Bestand, in 1.000				Veränderungen 2014–2030		
	2014	2020	2025	2030	in 1.000	in %	⌀ jährl. Veränderung, in %
22–27 Fachschule	**4.367**	**4.085**	**4.025**	**4.115**	**–252**	**–5,8**	**–0,4**
22 Ingenieurberufe	1.897	1.648	1.513	1.426	–471	–24,8	–1,8
23 Kaufmännische Berufe	567	462	483	560	–7	–1,3	–0,1
24 Informatikberufe, technisch-naturwissenschaftliche Assistenten	74	66	63	63	–11	–14,7	–1,0
25 Künstlerische u. gestalterische Berufe	94	98	107	110	16	17,0	1,0
26 Erziehungs- und Pflegeberufe	1.640	1.708	1.764	1.870	229	14,0	0,8
27 Sonstige Berufe	95	103	96	87	–9	–9,1	–0,6
29 Ohne qual. Abschluss, keine Angabe	**7.032**	**5.868**	**5.369**	**5.217**	**–1.815**	**–25,8**	**–1,8**
Insgesamt	**42.703**	**43.330**	**43.236**	**42.680**	**–23**	**–0,1**	**0,0**
davon							
MINT Gesamt [03;06;15;22;24]	**5.422**	**5.540**	**5.591**	**5.529**	**107**	**2,0**	**0,1**
MINT Hochschule [03;06]	2.648	3.044	3.245	3.277	628	23,7	1,3
MINT Duale Berufsausbildung [15]	803	783	769	764	–39	–4,9	–0,3
MINT Berufsfachschule [22;24]	1.970	1.713	1.576	1.489	–482	–24,5	–1,7

Quelle: Economix (Prognose 2016, D2–3-3)

2.3.4 Erwerbstätige nach Anforderungsniveau

Prognose 2016, *Basisvariante*

Beruf und Anforderungsniveau (Klassifikation der Berufe 2010)	Bestand, in 1.000				Veränderungen 2014–2030		
	2014	2020	2025	2030	in 1.000	in %	⌀ jährl. Veränderung, in %
0 Militär	**174**	**157**	**147**	**139**	**–35**	**–20,3**	**–1,4**
Helfer	0	0	0	0	0	–	–
Fachkraft	155	138	129	122	–33	–21,2	–1,5
Spezialist	10	9	8	8	–2	–20,8	–1,5
Experte	10	10	9	9	–1	–7,0	–0,5
1 Land-, Forst- und Tierwirtschaft und Gartenbau	**1.041**	**991**	**938**	**892**	**–149**	**–14,4**	**–1,0**
Helfer	190	175	162	155	–36	–18,8	–1,3
Fachkraft	690	658	624	593	–98	–14,2	–1,0
Spezialist	100	93	87	83	–17	–17,4	–1,2
Experte	60	64	64	62	2	2,6	0,2
2 Rohstoffgewinnung, Produktion und Fertigung	**8.086**	**7.866**	**7.684**	**7.439**	**–647**	**–8,0**	**–0,5**
Helfer	995	945	908	880	–115	–11,6	–0,8
Fachkraft	5.008	4.863	4.727	4.561	–448	–8,9	–0,6
Spezialist	1.246	1.165	1.122	1.082	–164	–13,2	–0,9
Experte	836	894	927	916	80	9,6	0,6
3 Bau, Architektur, Vermessung und Gebäudetechnik	**2.535**	**2.573**	**2.512**	**2.489**	**–45**	**–1,8**	**–0,1**
Helfer	138	131	125	124	–14	–10,0	–0,7
Fachkraft	1.713	1.730	1.676	1.655	–58	–3,4	–0,2
Spezialist	293	279	264	259	–34	–11,5	–0,8
Experte	391	432	446	451	60	15,3	0,9
4 Naturwissenschaft, Geografie und Informatik	**1.509**	**1.617**	**1.648**	**1.656**	**147**	**9,7**	**0,6**
Helfer	44	43	42	43	0	–0,7	0,0
Fachkraft	353	353	347	350	–4	–1,1	–0,1
Spezialist	531	553	554	551	19	3,6	0,2
Experte	580	669	705	712	132	22,7	1,3
5 Verkehr, Logistik, Schutz und Sicherheit	**5.698**	**5.621**	**5.644**	**5.700**	**1**	**0,0**	**0,0**
Helfer	2.237	2.160	2.144	2.188	–48	–2,2	–0,1
Fachkraft	2.915	2.908	2.943	2.961	47	1,6	0,1
Spezialist	357	360	361	357	0	0,0	0,0
Experte	190	193	196	193	3	1,5	0,1

(Fortsetzung 2.3.4 Erwerbstätige nach Anforderungsniveau)

Beruf und Anforderungsniveau (Klassifikation der Berufe 2010)	Bestand, in 1.000				Veränderungen 2014–2030		
	2014	2020	2025	2030	in 1.000	in %	⌀ jährl. Veränderung, in %
6 Kaufmännische Dienstleistungen, Warenhandel, Vertrieb, Hotel und Tourismus	**5.359**	**5.214**	**5.274**	**5.154**	**–204**	**–3,8**	**–0,2**
Helfer	315	294	285	271	–44	–13,9	–0,9
Fachkraft	3.838	3.689	3.739	3.648	–190	–4,9	–0,3
Spezialist	628	644	661	668	39	6,3	0,4
Experte	577	587	589	567	–10	–1,7	–0,1
7 Unternehmensorganisation, Buchhaltung, Recht und Verwaltung	**8.803**	**9.011**	**9.034**	**8.835**	**32**	**0,4**	**0,0**
Helfer	247	236	229	225	–22	–8,8	–0,6
Fachkraft	4.948	4.879	4.786	4.649	–298	–6,0	–0,4
Spezialist	1.378	1.435	1.450	1.421	43	3,1	0,2
Experte	2.230	2.461	2.568	2.540	309	13,9	0,8
8 Gesundheit, Soziales, Lehre und Erziehung	**8.228**	**8.940**	**8.965**	**8.971**	**743**	**9,0**	**0,5**
Helfer	904	962	934	927	23	2,5	0,2
Fachkraft	3.721	3.928	3.926	3.978	258	6,9	0,4
Spezialist	1.108	1.166	1.170	1.178	70	6,3	0,4
Experte	2.495	2.883	2.936	2.887	393	15,7	0,9
9 Sprach-, Literatur-, Geistes-, Gesellschafts- und Wirtschaftswissenschaften, Medien, Kunst, Kultur und Gestaltung	**1.270**	**1.341**	**1.392**	**1.405**	**135**	**10,6**	**0,6**
Helfer	6	6	6	6	0	–6,8	–0,4
Fachkraft	336	344	350	356	20	6,0	0,4
Spezialist	468	496	512	513	45	9,6	0,6
Experte	460	496	525	530	71	15,4	0,9
Insgesamt	**42.703**	**43.330**	**43.236**	**42.680**	**–23**	**–0,1**	**0,0**
Helfer	5.076	4.953	4.835	4.820	–256	–5,1	–0,3
Fachkraft	23.677	23.489	23.245	22.873	–804	–3,4	–0,2
Spezialist	6.121	6.200	6.190	6.119	–1	0,0	0,0
Experte	7.829	8.688	8.966	8.868	1.039	13,3	0,8

Quelle: Economix (Prognose 2016, D2–3-6)

2.4 Potenzielle Fachkräftelücke nach Berufen: Engpassindikator I
Prognose 2016, *Basisvariante*

Beruf (Klassifikation der Berufe 2010)	Erwerbslosenquote*			Erwerbspersonen	Enpassindikator I (Erwerbslosenpotenzial)**
	2014	2030	2014=100	2014=100	
0 Militär	**4,5**	**2,4**	**53,3**	**77,9**	**0,5**
01 Angehörige der regulären Streitkräfte	4,5	2,4	53,3	77,9	0,5
1 Land-, Forst- und Tierwirtschaft und Gartenbau	**7,1**	**5,0**	**71,0**	**83,8**	**21,1**
11 Land-, Tier-, Forstwirtschaftsberufe	6,7	4,9	73,3	75,0	33,6
12 Gartenbauberufe, Floristik	7,6	5,2	67,8	95,6	4,4
2 Rohstoffgewinnung, Produktion und Fertigung	**5,0**	**3,5**	**70,4**	**90,6**	**13,3**
21 Rohstoffgewinn, Glas-, Keramikverarbeitung	5,5	3,8	69,6	86,5	16,2
22 Kunststoff- u. Holzherst., -verarbeitung	7,5	5,0	66,5	87,0	11,2
23 Papier-, Druckberufe, techn. Mediengestalt.	4,6	2,9	62,9	93,8	–1,2
24 Metallerzeugung, -bearbeitung, Metallbau	4,8	3,5	72,8	87,0	20,6
25 Maschinen- und Fahrzeugtechnikberufe	4,6	3,1	66,6	91,0	7,2
26 Mechatronik-, Energie- u. Elektroberufe	4,6	2,9	63,1	96,0	–3,1
27 Technische Forschungs-, Entwicklungs-, Konstruktions- und Produktionssteuerungsberufe	3,0	1,9	64,1	94,2	0,3
28 Textil- und Lederberufe	6,0	4,2	70,7	80,3	24,3
29 Lebensmittelherstellung u. -verarbeitung	6,5	5,8	89,8	88,0	45,0
3 Bau, Architektur, Vermessung und Gebäudetechnik	**6,0**	**4,0**	**66,9**	**96,2**	**2,5**
31 Bauplanung, Architektur, Vermessungsberufe	2,2	1,5	65,1	109,7	–14,0
32 Hoch- und Tiefbauberufe	8,1	5,9	72,4	93,3	13,7
33 (Innen-)Ausbauberufe	8,2	5,6	68,4	92,2	8,7
34 Gebäude- u. versorgungstechnische Berufe	4,8	3,1	64,1	94,9	–0,5

(*) Erwerbslose in % der Erwerbspersonen
(**) Differenz der auf 100 normierten Veränderungsraten 2.013–30 von Erwerbslosenquote und Erwerbstätigen

(Fortsetzung 2.4 Potenzielle Fachkräftelücke nach Berufen: Engpassindikator I)

Beruf (Klassifikation der Berufe 2010)	Erwerbslosenquote*			Erwerbs-personen	Enpass-indikator I (Erwerbslosen-potenzial)**
	2014	2030	2014=100	2014=100	
4 Naturwissenschaft, Geografie und Informatik	**3,3**	**2,1**	**63,8**	**108,4**	**–14,6**
41 Mathematik-, Biologie-, Chemie-, Physikberufe	3,5	2,2	63,3	110,7	–17,7
42 Geologie-, Geografie-, Umwelt-schutzberufe	2,9	1,8	60,6	111,0	–22,1
43 Informatik- und andere IKT-Berufe	3,1	2,0	64,3	107,1	–12,5
5 Verkehr, Logistik, Schutz und Sicherheit	**6,2**	**4,8**	**76,8**	**98,5**	**14,9**
51 Verkehr, Logistik (außer Fahrzeug-führer)	6,0	4,3	71,3	101,7	3,4
52 Führer von Fahrzeug- u. Transport-geräten	5,7	3,9	68,3	96,7	4,1
53 Schutz-, Sicherheits-, Überwa-chungsberufe	3,9	2,5	62,5	96,2	–4,1
54 Reinigungsberufe	8,0	7,3	91,7	96,3	39,5
6 Kaufmännische Dienstleistungen, Warenhandel, Vertrieb, Hotel und Tourismus	**5,6**	**3,7**	**66,5**	**94,3**	**3,8**
61 Einkaufs-, Vertriebs- und Handels-berufe	4,1	2,4	58,9	103,9	–17,4
62 Verkaufsberufe	5,5	3,4	62,3	94,4	–2,7
63 Tourismus-, Hotel- und Gaststät-tenberufe	7,0	5,7	82,3	85,4	36,5
7 Unternehmensorganisation, Buch-haltung, Recht und Verwaltung	**3,1**	**1,9**	**60,9**	**99,1**	**–9,6**
71 Berufe Unternehmensführung, -organisation	3,2	2,0	61,9	99,3	–8,2
72 Berufe in Finanzdienstleistungen, Rechnungswesen und Steuerberatung	3,4	2,0	59,1	102,3	–15,4
73 Berufe in Recht und Verwaltung	2,8	1,6	59,1	95,3	–8,4
8 Gesundheit, Soziales, Lehre und Erziehung	**3,2**	**2,0**	**61,8**	**107,7**	**–16,9**
81 Medizinische Gesundheitsberufe	2,5	1,5	62,0	110,6	–19,6
82 Nichtmed. Gesundheit, Körperpfl., Medizint.	4,3	2,7	62,8	105,9	–13,5
83 Erziehung, soz., hauswirt. Berufe, Theologie	4,1	2,5	61,8	104,0	–13,1
84 Lehrende und ausbildende Berufe	2,5	1,5	62,3	108,7	–17,2

(*) Erwerbslose in % der Erwerbspersonen
(**) Differenz der auf 100 normierten Veränderungsraten 2.013–30 von Erwerbslosenquote und Erwerbstätigen

(Fortsetzung 2.4 Potenzielle Fachkräftelücke nach Berufen: Engpassindikator I)

Beruf (Klassifikation der Berufe 2010)	Erwerbslosenquote*			Erwerbspersonen	Enpassindikator I (Erwerbslosenpotenzial)**
	2014	2030	2014=100	2014=100	
9 Sprach-, Literatur-, Geistes-, Gesellschafts- und Wirtschaftswissenschaften, Medien, Kunst, Kultur und Gestaltung	**3,8**	**2,3**	**60,7**	**109,0**	**–19,8**
91 Geistes-, Gesellschafts-, Wirtschaftswissen.	2,4	1,5	62,3	113,1	–21,7
92 Werbung, Marketing, kaufmännische und redaktionelle Medienberufe	3,5	2,1	59,0	110,9	–24,4
93 Produktdesign, Kunsthandwerk	4,6	2,7	58,2	104,6	–19,2
94 Darstellende, unterhaltende Berufe	4,4	2,9	67,0	105,3	–6,7
Insgesamt	**4,5**	**3,0**	**66,8**	**98,4**	**0,0**
(*) Erwerbslose in % der Erwerbspersonen (**) Differenz der auf 100 normierten Veränderungsraten 2.013–30 von Erwerbslosenquote und Erwerbstätigen					

Quelle: Economix (Prognose 2016, D2–3-4)

2.5 Potenzielle Fachkräftelücke nach fachlicher Berufsbildung: Engpassindikator II
Prognose 2016, *Basisvariante*

Fachliche Berufsbildung	Erwerbstätige 2014 in 1.000	Potenzielle Lücke (-) potenzieller Überschuss (+) in 1.000		Engpassindikator II Potenzielle Lücke/Überschuss in % der Erwerbstätigen		
		2020	2030	2020	2030	Durchschnitt 2015–30
Hochschulabsolventen	**8.464**	**–1.392**	**–255**	**–13,6**	**–2,5**	**–7,6**
01 Sprach- und Kulturwissenschaften, Sport	1.775	–243	–61	–12,0	–3,0	–6,4
02 Rechts-, Wirtschafts- und Sozialwissenschaften	2.795	–582	–30	–16,8	–0,8	–8,5
03 Mathematik, Naturwissenschaften	886	–172	–36	–15,8	–3,1	–8,7
04 Humanmedizin, Veterinärmedizin	660	–118	–43	–15,1	–5,2	–9,4
05 Agrar-, Forst- und Ernährungswissenschaften	189	–20	13	–9,4	6,9	–2,7
06 Ingenieurwissenschaften	1.762	–183	–105	–9,4	–5,0	–6,8
07 Kunst, Kunstwissenschaft	394	–74	6	–15,3	1,3	–7,3
08 Sonstige	3	0	0	–12,5	17,4	–1,1

(Fortsetzung 2.5 Potenzielle Fachkräftelücke nach fachlicher Berufsbildung: Engpassindikator II)

Fachliche Berufsbildung	Erwerbs-tätige 2014 in 1.000	Potenzielle Lücke (-) potenzieller Überschuss (+) in 1.000		Engpassindikator II Potenzielle Lücke/Überschuss in % der Erwerbstätigen		
		2020	2030	2020	2030	Durch-schnitt 2015–30
Duale Berufsausbildung	**22.840**	**–193**	**48**	**–0,9**	**0,2**	**–0,4**
10 Pflanzenbauer, Tierzüchter, Fischereiberufe	574	28	41	4,8	8,0	6,2
11 Industrielle und handwerkliche Fertigungsberufe	409	13	4	3,3	1,0	2,0
12 Metallberufe	2.338	4	27	0,2	1,2	0,3
13 Übrige Fertigungsberufe	1.721	–7	44	–0,4	2,6	0,7
14 Bauberufe	1.227	29	63	2,3	5,2	4,7
15 Technische Berufe	803	7	–18	0,8	–2,4	–1,1
16 Waren- und Dienstleistungskaufleute, Versandfertigmacher, Verkehrsberufe	5.680	–35	–54	–0,6	–0,9	–1,2
17 Organisations-, Verwaltungs-, Büroberufe	4.802	60	39	1,3	0,9	0,6
18 Private Dienstleistungsberufe	1.051	6	–12	0,6	–1,2	–0,4
19 Gesundheits- und soziale Berufe	2.440	–243	–108	–9,0	–3,9	–4,9
20 Körperpfleger, Gästebetreuer, hauswirtschaftliche Berufe, Reinigungsberufe	1.762	–65	21	–3,4	1,1	–0,6
21 Restliche Berufe	34	11	2	57,5	13,6	28,0
Fachschule	**4.367**	**117**	**–253**	**3,4**	**–7,6**	**–1,9**
22 Ingenieurberufe	1.897	161	26	9,8	1,8	4,1
23 Kaufmännische Berufe	567	63	–96	13,7	–17,1	–2,5
24 Informatikberufe, technisch-naturwissenschaftliche Assistenten	74	5	–2	7,7	–3,0	1,5
25 Künstlerische und gestalterische Berufe	94	–6	–7	–6,4	–6,6	–6,5
26 Erziehungs- und Pflegeberufe	1.640	–98	–180	–5,7	–9,6	–6,4
27 Sonstige Berufe	95	–8	6	–7,9	6,5	–1,1
29 Ohne qualifizierenden Abschluss, keine Angabe	**7.032**	**1.469**	**461**	**25,0**	**8,8**	**15,5**
Insgesamt	**42.703**	**0**	**0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**
davon						
MINT Gesamt [03;06;15;22;24]	**5.422**	**–182**	**–136**	**–3,3**	**–2,5**	**–3,1**
MINT Hochschule [03;06]	2.648	–355	–141	–11,7	–4,3	–7,4
MINT Duale Berufsausbildung [15]	803	7	–18	0,8	–2,4	–1,1
MINT Berufsfachschule [22;24]	1.970	166	24	9,7	1,6	4,0

Quelle: Economix (Prognose 2016, D2–3-5)

3 Szenario *Beschleunigte Digitalisierung*

3.1 Gesamtwirtschaftliche Indikatoren

Prognose 2016, Szenario *Beschleunigte Digitalisierung*

	2014	2020	2025	2030
Erwerbspersonen (in 1.000)	44.730	45.535	45.026	44.012
Erwerbstätige (in 1.000)	42.703	43.538	43.608	42.943
Erwerbslose (in 1.000)	2.027	1.997	1.418	1.069
Erwerbslosenrate (%)	4,5	4,4	3,1	2,4
Pro-Kopf-Einkommen, in Preisen von 2.000 (in 1.000 Euro)	33,6	37,1	40,9	45,8
Arbeitszeit (2014 = 100)	100,0	99,8	101,5	103,5
Arbeitsproduktivität (BIP/Erwerbstätige; 2014 = 100)	100,0	111,1	121,5	136,9
Preisindex (2014 = 100)	100,0	108,6	117,0	127,6

Quelle: Economix (Prognose 2016, D3–1)

3.2 Erwerbspersonen

3.2.1 Erwerbspersonen nach Berufen

Prognose 2016, Szenario *Beschleunigte Digitalisierung*

Beruf (Klassifikation der Berufe 2010)	Bestand, in 1.000				Veränderungen 2014–2030		
	2014	2020	2025	2030	in 1.000	in %	⌀ jährl. Veränderung, in %
0 Militär	**183**	**163**	**152**	**140**	**–42**	**–23,1**	**–1,6**
01 Angehörige der regulären Streitkräfte	183	163	152	140	–42	–23,1	–1,6
1 Land-, Forst- und Tierwirtschaft und Gartenbau	**1.121**	**1.061**	**983**	**919**	**–202**	**–18,0**	**–1,2**
11 Land-, Tier-, Forstwirtschaftsberufe	642	585	519	470	–172	–26,8	–1,9
12 Gartenbauberufe, Floristik	479	476	464	449	–30	–6,2	–0,4
2 Rohstoffgewinnung, Produktion und Fertigung	**8.508**	**8.347**	**8.092**	**7.751**	**–757**	**–8,9**	**–0,6**
21 Rohstoffgewinn, Glas-, Keramikverarbeitung	130	120	114	109	–21	–15,8	–1,1
22 Kunststoff- u. Holzherst., -verarbeitung	626	584	557	533	–94	–14,9	–1,0
23 Papier-, Druckberufe, techn. Mediengestalt.	416	436	416	400	–16	–3,9	–0,3

(Fortsetzung 3.2.1 Erwerbspersonen nach Berufen)

Beruf (Klassifikation der Berufe 2010)	Bestand, in 1.000				Veränderungen 2014–2030		
	2014	2020	2025	2030	in 1.000	in %	⌀ jährl. Veränderung, in %
24 Metallerzeugung, -bearbeitung, Metallbau	1.454	1.416	1.341	1.244	–210	–14,4	–1,0
25 Maschinen- und Fahrzeugtechnikberufe	2.209	2.156	2.115	2.037	–172	–7,8	–0,5
26 Mechatronik-, Energie- u. Elektroberufe	1.372	1.372	1.364	1.355	–16	–1,2	–0,1
27 Technische Forschungs-, Entwicklungs-, Konstruktions- und Produktionssteuerungsberufe	959	957	959	939	–20	–2,1	–0,1
28 Textil- und Lederberufe	198	185	169	154	–44	–22,1	–1,5
29 Lebensmittelherstellung u. -verarbeitung	1.143	1.122	1.057	979	–164	–14,3	–1,0
3 Bau, Architektur, Vermessung und Gebäudetechnik	**2.697**	**2.728**	**2.620**	**2.566**	**–131**	**–4,8**	**–0,3**
31 Bauplanung, Architektur, Vermessungsberufe	420	451	458	459	39	9,2	0,6
32 Hoch- und Tiefbauberufe	668	671	629	608	–60	–9,0	–0,6
33 (Innen-)Ausbauberufe	623	623	584	562	–61	–9,8	–0,6
34 Gebäude- u. versorgungstechnische Berufe	986	984	949	938	–49	–4,9	–0,3
4 Naturwissenschaft, Geografie und Informatik	**1.559**	**1.716**	**1.773**	**1.810**	**250**	**16,0**	**0,9**
41 Mathematik-, Biologie-, Chemie-, Physikberufe	496	531	549	554	58	11,8	0,7
42 Geologie-, Geografie-, Umweltschutzberufe	82	90	94	95	13	16,2	0,9
43 Informatik- und andere IKT-Berufe	982	1.095	1.131	1.160	178	18,2	1,0
5 Verkehr, Logistik, Schutz und Sicherheit	**6.077**	**6.034**	**5.903**	**5.833**	**–244**	**–4,0**	**–0,3**
51 Verkehr, Logistik (außer Fahrzeugführer)	2.361	2.353	2.352	2.351	–10	–0,4	0,0
52 Führer von Fahrzeug- u. Transportgeräten	1.426	1.412	1.386	1.347	–78	–5,5	–0,4
53 Schutz-, Sicherheits-, Überwachungsberufe	680	670	660	647	–33	–4,9	–0,3
54 Reinigungsberufe	1.609	1.599	1.505	1.487	–122	–7,6	–0,5

(Fortsetzung 3.2.1 Erwerbspersonen nach Berufen)

Beruf (Klassifikation der Berufe 2010)	Bestand, in 1.000				Veränderungen 2014–2030		
	2014	2020	2025	2030	in 1.000	in %	⌀ jährl. Veränderung, in %
6 Kaufmännische Dienstleistungen, Warenhandel, Vertrieb, Hotel und Tourismus	**5.675**	**5.510**	**5.485**	**5.297**	**–378**	**–6,7**	**–0,4**
61 Einkaufs-, Vertriebs- und Handelsberufe	1.294	1.317	1.347	1.359	65	5,0	0,3
62 Verkaufsberufe	2.971	2.810	2.851	2.756	–215	–7,2	–0,5
63 Tourismus-, Hotel- und Gaststättenberufe	1.410	1.383	1.286	1.182	–228	–16,2	–1,1
7 Unternehmensorganisation, Buchhaltung, Recht und Verwaltung	**9.088**	**9.354**	**9.375**	**9.079**	**–10**	**–0,1**	**0,0**
71 Berufe Unternehmensführung, -organisation	5.379	5.479	5.474	5.387	8	0,2	0,0
72 Berufe in Finanzdienstleistungen, Rechnungswesen und Steuerberatung	1.874	1.994	2.038	1.937	63	3,4	0,2
73 Berufe in Recht und Verwaltung	1.835	1.881	1.863	1.754	–81	–4,4	–0,3
8 Gesundheit, Soziales, Lehre und Erziehung	**8.502**	**9.211**	**9.171**	**9.123**	**622**	**7,3**	**0,4**
81 Medizinische Gesundheitsberufe	3.097	3.286	3.361	3.400	303	9,8	0,6
82 Nichtmed. Gesundheit, Körperpfl., Medizint.	1.411	1.506	1.478	1.478	67	4,8	0,3
83 Erziehung, soz., hauswirt. Berufe, Theologie	2.321	2.520	2.437	2.387	65	2,8	0,2
84 Lehrende und ausbildende Berufe	1.673	1.899	1.895	1.859	186	11,1	0,7
9 Sprach-, Literatur-, Geistes-, Gesellschafts- und Wirtschaftswissenschaften, Medien, Kunst, Kultur und Gestaltung	**1.320**	**1.410**	**1.470**	**1.493**	**173**	**13,1**	**0,8**
91 Geistes-, Gesellschafts-, Wirtschaftswissen.	118	135	139	137	19	16,0	0,9
92 Werbung, Marketing, kaufmännische und redaktionelle Medienberufe	724	795	830	846	122	16,8	1,0
93 Produktdesign, Kunsthandwerk	195	196	204	205	10	5,4	0,3
94 Darstellende, unterhaltende Berufe	283	284	297	305	22	7,7	0,5
Insgesamt	**44.730**	**45.535**	**45.026**	**44.012**	**–718**	**–1,6**	**–0,1**

Quelle: Economix (Prognose 2016, D3–2-1)

3.2.2 Erwerbspersonen nach fachlicher Berufsbildung

Prognose 2016, Szenario *Beschleunigte Digitalisierung*

Fachliche Berufsbildung	Bestand, in 1.000				Veränderungen 2014–2030		
	2014	2020	2025	2030	in 1.000	in %	⌀ jährl. Veränderung, in %
01–08 Hochschulabsolventen	**8.626**	**10.396**	**11.116**	**11.060**	**2.433**	**28,2**	**1,6**
01 Sprach- und Kulturwissenschaften, Sport	1.804	2.097	2.163	2.151	347	19,2	1,1
02 Rechts-, Wirtschafts- und Sozialwissenschaften	2.847	3.589	3.871	3.785	938	33,0	1,8
03 Mathematik, Naturwissenschaften	909	1.141	1.256	1.272	363	39,9	2,1
04 Humanmedizin, Veterinärmedizin	664	796	857	863	199	29,9	1,6
05 Agrar-, Forst- und Ernährungswissenschaften	194	220	224	204	10	4,9	0,3
06 Ingenieurwissenschaften	1.800	2.047	2.197	2.257	457	25,4	1,4
07 Kunst, Kunstwissenschaft	405	503	545	525	120	29,6	1,6
08 Sonstige	3	3	3	3	0	–5,7	–0,4
10–21 Duale Berufsausbildung	**23.855**	**24.381**	**24.003**	**23.300**	**–555**	**–2,3**	**–0,1**
10 Pflanzenbauer, Tierzüchter, Fischereiberufe	625	617	582	540	–85	–13,6	–0,9
11 Industrielle und handwerkliche Fertigungsberufe	429	419	397	379	–51	–11,8	–0,8
12 Metallberufe	2.433	2.453	2.376	2.263	–170	–7,0	–0,5
13 Übrige Fertigungsberufe	1.818	1.876	1.839	1.743	–75	–4,1	–0,3
14 Bauberufe	1.348	1.378	1.319	1.260	–88	–6,5	–0,4
15 Technische Berufe	819	820	817	819	0	0,0	0,0
16 Waren- und Dienstleistungskaufleute, Versandfertigmacher, Verkehrsberufe	5.952	6.065	6.182	6.106	154	2,6	0,2
17 Organisations-, Verwaltungs-, Büroberufe	4.929	4.818	4.608	4.391	–538	–10,9	–0,7
18 Private Dienstleistungsberufe	1.093	1.106	1.099	1.093	0	0,0	0,0
19 Gesundheits- und soziale Berufe	2.505	2.787	2.794	2.787	282	11,3	0,7
20 Körperpfleger, Gästebetreuer, hauswirtschaftliche Berufe, Reinigungsberufe	1.868	2020	1.975	1.907	39	2,1	0,1
21 Restliche Berufe	35	21	14	12	–23	–65,3	–6,4

(Fortsetzung 3.2.2 Erwerbspersonen nach fachlicher Berufsbildung)

Fachliche Berufsbildung	Bestand, in 1.000				Veränderungen 2014–2030		
	2014	2020	2025	2030	in 1.000	in %	⌀ jährl. Veränderung, in %
22–27 Fachschule	**4.428**	**4.197**	**4.134**	**4.220**	**–208**	**–4,7**	**–0,3**
22 Ingenieurberufe	1.924	1.704	1.577	1.496	–428	–22,2	–1,6
23 Kaufmännische Berufe	576	478	503	586	10	1,8	0,1
24 Informatikberufe, technisch-naturwissenschaftliche Assistenten	75	69	67	68	–7	–9,3	–0,6
25 Künstlerische und gestalterische Berufe	96	103	113	117	22	22,7	1,3
26 Erziehungs- und Pflegeberufe	1.661	1.737	1.775	1.863	202	12,2	0,7
27 Sonstige Berufe	96	106	99	90	–7	–7,0	–0,5
29 Ohne qualifizierenden Abschluss, keine Angabe	**7.821**	**6.561**	**5.773**	**5.432**	**–2.388**	**–30,5**	**–2,3**
Insgesamt	**44.730**	**45.535**	**45.026**	**44.012**	**–718**	**–1,6**	**–0,1**
davon							
MINT Gesamt [03;06;15;22;24]	**5.527**	**5.781**	**5.914**	**5.913**	**385**	**7,0**	**0,4**
MINT Hochschule [03;06]	2.709	3.188	3.453	3.529	820	30,3	1,7
MINT Duale Berufsausbildung [15]	819	820	817	819	0	0,0	0,0
MINT Berufsfachschule [22;24]	1.999	1.773	1.644	1.564	–435	–21,8	–1,5

Quelle: Economix (Prognose 2016, D3–2-2)

3.3 Erwerbstätige

3.3.1 Erwerbstätige nach Wirtschaftszweigen
Prognose 2016, Szenario *Beschleunigte Digitalisierung*

Wirtschaftszweig	Bestand, in 1.000				Veränderungen 2014–2030		
	2014	2020	2025	2030	in 1.000	in %	⌀ jährl. Veränderung, in %
01 Land- und Forstwirtschaft	**651**	**578**	**512**	**467**	**–184**	**–28,3**	**–2,1**
01 Land- und Forstwirtschaft, Fischerei	651	578	512	467	–184	–28,3	–2,1
02 Energie, Wasser und Recycling	**573**	**532**	**505**	**478**	**–95**	**–16,6**	**–1,1**
02 Bergbau, Gew. von Steinen und Erden	61	48	40	33	–28	–45,3	–3,7
14 Energieversorgung	250	236	231	225	–25	–10,1	–0,7
15 Wasserversorgung, -entsorgung	262	248	234	219	–43	–16,2	–1,1
03 Verarbeitendes Gewerbe	**7.491**	**7.275**	**7.175**	**6.871**	**–620**	**–8,3**	**–0,5**
03 Nahrungs- und Genussmittel	927	830	831	806	–122	–13,1	–0,9
04 Textilien, Bekleidung, Lederwaren	159	143	118	95	–64	–40,2	–3,2
05 Holz-, Flecht-, Korb- und Korkwaren	140	136	133	127	–13	–9,2	–0,6
06 Papier, Druckereierzeugnisse	320	318	261	229	–91	–28,4	–2,1
07 Chemische Erzeugnisse, Mineralölerz.	513	512	476	442	–71	–13,9	–0,9
08 Gummi, Kunststoff, Glas, Keramik	693	658	639	614	–79	–11,4	–0,8
09 Metallerzeugung, -erzeugnisse	1.168	1.122	1.093	952	–216	–18,5	–1,3
10 Elektronik, optische Erzeugnisse	872	942	1.004	1.070	197	22,6	1,3
11 Maschinenbau	1.067	1.153	1.026	933	–134	–12,6	–0,8
12 Fahrzeugbau	974	982	1.111	1.080	107	11,0	0,7
13 Möbel, sonst. Waren; Rep. von Maschinen	658	477	482	524	–133	–20,3	–1,4
04 Baugewerbe	**2.443**	**2.481**	**2.389**	**2.386**	**–57**	**–2,3**	**–0,1**
16 Hochbau, Tiefbau, Ausbaugewerbe	2.443	2.481	2.389	2.386	–57	–2,3	–0,1

(Fortsetzung 3.3.1 Erwerbstätige nach Wirtschaftszweigen)

Wirtschaftszweig	Bestand, in 1.000				Veränderungen 2014–2030		
	2014	2020	2025	2030	in 1.000	in %	⌀ jährl. Veränderung, in %
05 Handel und Verkehr	**8.133**	**7.893**	**8.145**	**7.985**	**–147**	**–1,8**	**–0,1**
17 Großhandel	1.922	1.844	1.897	1.921	–1	–0,1	0,0
18 Einzelhandel	3.988	3.803	3.963	3.820	–168	–4,2	–0,3
19 Landverkehr, Schifffahrt, Luftfahrt, Lagerei	1.629	1.698	1.756	1.743	114	7,0	0,4
20 Post-, Kurierdienste	476	443	434	417	–59	–12,5	–0,8
23 Telekommunikation	118	104	95	85	–32	–27,6	–2,0
06 Finanzdienste	**1.333**	**1.412**	**1.421**	**1.327**	**–6**	**–0,5**	**0,0**
25 Finanzdienste	1.200	1.264	1.275	1.181	–19	–1,5	–0,1
31 Vermietung von beweglichen Sachen	133	147	146	146	12	9,3	0,6
07 Unternehmensdienste	**6.822**	**7.575**	**7.940**	**8.203**	**1.381**	**20,2**	**1,2**
24 IT-Dienste	741	878	909	980	239	32,3	1,8
27 Unternehmens-, Rechtsberatung	1.281	1.504	1.662	1.598	317	24,8	1,4
28 Architektur-, Ingenieur-, Labordienste	686	753	761	743	57	8,3	0,5
29 Forschung und Entwicklung	203	245	289	322	119	58,7	2,9
30 Sonstige professionelle Dienste	449	486	491	487	38	8,6	0,5
32 Arbeitsvermittlung, -überlassung	919	958	1.020	1.163	244	26,6	1,5
34 Sonstige Unternehmensdienste	1.853	2.042	2.197	2.385	532	28,7	1,6
41 Interessenvertretungen	690	709	610	523	–166	–24,1	–1,7
08 Persönliche Dienstleistungen	**5.060**	**5.137**	**4.983**	**4.828**	**–232**	**–4,6**	**–0,3**
21 Beherbergung, Gastgewerbe	1.812	1.801	1.709	1.553	–259	–14,3	–1,0
22 Verlage, Film, Fernsehen und Rundfunk	368	383	359	343	–25	–6,9	–0,4
26 Grundstücks- und Wohnungswesen	463	471	477	484	21	4,5	0,3
33 Reisebüros, Reisedienste	105	95	86	77	–27	–26,0	–1,9
39 Kunst und Kultur, Glückspiel	407	383	454	524	117	28,8	1,6
40 Sport, Unterhaltung, Erholung	245	255	236	225	–20	–8,4	–0,5
42 Reparatur von Gebrauchsgütern	70	70	64	59	–10	–14,8	–1,0

(Fortsetzung 3.3.1 Erwerbstätige nach Wirtschaftszweigen)

Wirtschaftszweig	Bestand, in 1.000				Veränderungen 2014–2030		
	2014	2020	2025	2030	in 1.000	in %	⌀ jährl. Veränderung, in %
43 Sonstige persönliche Dienste	742	784	748	732	–9	–1,3	–0,1
44 Häusliche Dienste	849	894	850	831	–18	–2,1	–0,1
09 Öffentliche Verwaltung	**2.535**	**2.382**	**2.261**	**2.108**	**–427**	**–16,8**	**–1,1**
35 Öffentliche Verwaltung	2.535	2.382	2.261	2.108	–427	–16,8	–1,1
10 Erziehung, Gesundheit, Sozialwesen	**7.662**	**8.274**	**8.278**	**8.290**	**628**	**8,2**	**0,5**
36 Erziehung und Unterricht	2.398	2.645	2.590	2.540	142	5,9	0,4
37 Gesundheitswesen	2.974	3.058	3.116	3.154	180	6,1	0,4
38 Sozialwesen, Heime	2.290	2.571	2.572	2.596	306	13,4	0,8
Insgesamt	**42.703**	**43.538**	**43.608**	**42.943**	**240**	**0,6**	**0,0**

Quelle: Economix (Prognose 2016, D3-3-1)

3.3.2 Erwerbstätige nach Berufen

Prognose 2016, Szenario *Beschleunigte Digitalisierung*

Beruf (Klassifikation der Berufe 2010)	Bestand, in 1.000				Veränderungen 2014–2030		
	2014	2020	2025	2030	in 1.000	in %	⌀ jährl. Veränderung, in %
0 Militär	**174**	**157**	**147**	**137**	**–37**	**–21,4**	**–1,5**
01 Angehörige der regulären Streitkräfte	174	157	147	137	–37	–21,4	–1,5
1 Land-, Forst- und Tierwirtschaft und Gartenbau	**1.041**	**988**	**934**	**884**	**–158**	**–15,1**	**–1,0**
11 Land-, Tier-, Forstwirtschaftsberufe	599	545	493	451	–148	–24,8	–1,8
12 Gartenbauberufe, Floristik	442	443	441	433	–9	–2,1	–0,1
2 Rohstoffgewinnung, Produktion und Fertigung	**8.086**	**7.949**	**7.823**	**7.557**	**–528**	**–6,5**	**–0,4**
21 Rohstoffgewinn, Glas-, Keramikverarbeitung	123	112	108	104	–19	–15,3	–1,0
22 Kunststoff- u. Holzherst., -verarbeitung	580	542	528	511	–69	–11,8	–0,8
23 Papier-, Druckberufe, techn. Mediengestalt.	397	414	397	383	–14	–3,5	–0,2
24 Metallerzeugung, -bearbeitung, Metallbau	1.385	1.339	1.283	1.197	–188	–13,6	–0,9

(Fortsetzung 3.3.2 Erwerbstätige nach Berufen)

Beruf (Klassifikation der Berufe 2010)	Bestand, in 1.000				Veränderungen 2014–2030		
	2014	2020	2025	2030	in 1.000	in %	⌀ jährl. Veränderung, in %
25 Maschinen- und Fahrzeugtechnikberufe	2.107	2.079	2.070	2.013	–94	–4,5	–0,3
26 Mechatronik-, Energie- u. Elektroberufe	1.308	1.325	1.337	1.341	33	2,5	0,2
27 Technische Forschungs-, Entwicklungs-, Konstruktions- und Produktionssteuerungsberufe	931	934	944	929	–1	–0,2	0,0
28 Textil- und Lederberufe	186	172	159	146	–40	–21,6	–1,5
29 Lebensmittelherstellung u. -verarbeitung	1.069	1.033	997	933	–136	–12,7	–0,8
3 Bau, Architektur, Vermessung und Gebäudetechnik	**2.535**	**2.584**	**2.526**	**2.503**	**–32**	**–1,3**	**–0,1**
31 Bauplanung, Architektur, Vermessungsberufe	411	442	453	455	44	10,8	0,6
32 Hoch- und Tiefbauberufe	614	618	594	582	–32	–5,2	–0,3
33 (Innen-)Ausbauberufe	572	577	553	541	–31	–5,5	–0,3
34 Gebäude- u. versorgungstechnische Berufe	939	947	927	925	–13	–1,4	–0,1
4 Naturwissenschaft, Geografie und Informatik	**1.509**	**1.670**	**1.743**	**1.789**	**280**	**18,6**	**1,1**
41 Mathematik-, Biologie-, Chemie-, Physikberufe	478	513	535	543	64	13,4	0,8
42 Geologie-, Geografie-, Umweltschutzberufe	79	88	92	94	15	18,5	1,1
43 Informatik- und andere IKT-Berufe	951	1.069	1.116	1.152	201	21,2	1,2
5 Verkehr, Logistik, Schutz und Sicherheit	**5.698**	**5.581**	**5.567**	**5.550**	**–148**	**–2,6**	**–0,2**
51 Verkehr, Logistik (außer Fahrzeugführer)	2.220	2.191	2.230	2.250	30	1,3	0,1
52 Führer von Fahrzeug- u. Transportgeräten	1.345	1.324	1.319	1.292	–53	–3,9	–0,3
53 Schutz-, Sicherheits-, Überwachungsberufe	653	646	643	634	–20	–3,0	–0,2
54 Reinigungsberufe	1.481	1.420	1.376	1.376	–105	–7,1	–0,5
6 Kaufmännische Dienstleistungen, Warenhandel, Vertrieb, Hotel und Tourismus	**5.359**	**5.220**	**5.283**	**5.153**	**–205**	**–3,8**	**–0,2**
61 Einkaufs-, Vertriebs- und Handelsberufe	1.241	1.276	1.320	1.341	101	8,1	0,5
62 Verkaufsberufe	2.806	2.662	2.740	2.672	–134	–4,8	–0,3

(Fortsetzung 3.3.2 Erwerbstätige nach Berufen)

Beruf (Klassifikation der Berufe 2010)	**Bestand, in 1.000**				**Veränderungen 2014–2030**		
	2014	**2020**	**2025**	**2030**	**in 1.000**	**in %**	**⌀ jährl. Veränderung, in %**
63 Tourismus-, Hotel- und Gaststättenberufe	1.312	1.282	1.224	1.139	–172	–13,1	–0,9
7 Unternehmensorganisation, Buchhaltung, Recht und Verwaltung	**8.803**	**9.088**	**9.174**	**8.929**	**126**	**1,4**	**0,1**
71 Berufe Unternehmensführung, -organisation	5.210	5.326	5.365	5.308	99	1,9	0,1
72 Berufe in Finanzdienstleistungen, Rechnungswesen und Steuerberatung	1.809	1.934	1.991	1.903	93	5,2	0,3
73 Berufe in Recht und Verwaltung	1.784	1.828	1.818	1.718	–66	–3,7	–0,2
8 Gesundheit, Soziales, Lehre und Erziehung	**8.228**	**8.932**	**8.966**	**8.964**	**736**	**8,9**	**0,5**
81 Medizinische Gesundheitsberufe	3.021	3.201	3.291	3.339	319	10,5	0,6
82 Nichtmed. Gesundheit, Körperpfl., Medizint.	1.350	1.447	1.438	1.448	98	7,3	0,4
83 Erziehung, soz., hauswirt. Berufe, Theologie	2.226	2.426	2.371	2.337	112	5,0	0,3
84 Lehrende und ausbildende Berufe	1.632	1.858	1.866	1.838	207	12,7	0,7
9 Sprach-, Literatur-, Geistes-, Gesellschafts- und Wirtschaftswissenschaften, Medien, Kunst, Kultur und Gestaltung	**1.270**	**1.369**	**1.445**	**1.477**	**207**	**16,3**	**0,9**
91 Geistes-, Gesellschafts-, Wirtschaftswissen.	115	133	137	135	20	17,6	1,0
92 Werbung, Marketing, kaufmännische und redaktionelle Medienberufe	699	774	817	838	140	20,0	1,1
93 Produktdesign, Kunsthandwerk	186	189	200	202	17	9,0	0,5
94 Darstellende, unterhaltende Berufe	271	273	291	302	31	11,3	0,7
Insgesamt	**42.703**	**43.538**	**43.608**	**42.943**	**240**	**0,6**	**0,0**

Quelle: Economix (Prognose 2016, D3–3-2)

3.3.3 Erwerbstätige nach fachlicher Berufsbildung

Prognose 2016, Szenario *Beschleunigte Digitalisierung*

Fachliche Berufsbildung	Bestand, in 1.000				Veränderungen 2014–2030		
	2014	2020	2025	2030	in 1.000	in %	⌀ jährl. Veränderung, in %
01–08 Hochschulabsolventen	**8.464**	**10.233**	**11.006**	**10.988**	**2.524**	**29,8**	**1,6**
01 Sprach- und Kulturwissenschaften, Sport	1.775	2.066	2.141	2.135	360	20,3	1,2
02 Rechts-, Wirtschafts- und Sozialwissenschaften	2.795	3.533	3.833	3.760	965	34,5	1,9
03 Mathematik, Naturwissenschaften	886	1.121	1.243	1.266	379	42,8	2,3
04 Humanmedizin, Veterinärmedizin	660	788	850	856	196	29,7	1,6
05 Agrar-, Forst- und Ernährungswissenschaften	189	215	221	202	13	7,1	0,4
06 Ingenieurwissenschaften	1.762	2014	2.176	2.245	482	27,4	1,5
07 Kunst, Kunstwissenschaft	394	493	538	521	127	32,2	1,8
08 Sonstige	3	3	3	3	0	–4,8	–0,3
10–21 Duale Berufsausbildung	**22.840**	**23.374**	**23.255**	**22.748**	**–93**	**–0,4**	**0,0**
10 Pflanzenbauer, Tierzüchter, Fischereiberufe	574	579	560	529	–45	–7,8	–0,5
11 Industrielle und handwerkliche Fertigungsberufe	409	393	373	357	–52	–12,7	–0,8
12 Metallberufe	2.338	2.335	2.272	2.173	–165	–7,1	–0,5
13 Übrige Fertigungsberufe	1.721	1.766	1.744	1.664	–57	–3,3	–0,2
14 Bauberufe	1.227	1.283	1.259	1.225	–2	–0,1	0,0
15 Technische Berufe	803	804	808	814	11	1,4	0,1
16 Waren- und Dienstleistungskaufleute, Versandfertigmacher, Verkehrsberufe	5.680	5.853	6.058	6.046	366	6,4	0,4
17 Organisations-, Verwaltungs-, Büroberufe	4.802	4.673	4.496	4.302	–500	–10,4	–0,7
18 Private Dienstleistungsberufe	1.051	1.073	1.080	1.085	33	3,2	0,2
19 Gesundheits- und soziale Berufe	2.440	2.690	2.707	2.708	268	11,0	0,7
20 Körperpfl., Gästebetr., hauswirt. u. Reinigungsber.	1.762	1.904	1.882	1.833	71	4,0	0,2
21 Restliche Berufe	34	20	14	12	–22	–64,6	–6,3

(Fortsetzung 3.3.3 Erwerbstätige nach fachlicher Berufsbildung)

Fachliche Berufsbildung	Bestand, in 1.000				Veränderungen 2014–2030		
	2014	**2020**	**2025**	**2030**	**in 1.000**	**in %**	**⌀ jährl. Veränderung, in %**
22–27 Fachschule	**4.367**	**4.121**	**4.082**	**4.168**	**–199**	**–4,6**	**–0,3**
22 Ingenieurberufe	1.897	1.679	1.563	1.486	–411	–21,7	–1,5
23 Kaufmännische Berufe	567	470	498	582	15	2,7	0,2
24 Informatikberufe, technisch-naturwissenschaftliche Assistenten	74	68	67	68	–6	–7,9	–0,5
25 Künstlerische u. gestalterische Berufe	94	101	112	117	23	24,2	1,4
26 Erziehungs- und Pflegeberufe	1.640	1.699	1.743	1.826	186	11,3	0,7
27 Sonstige Berufe	95	105	99	89	–6	–6,6	–0,4
29 Ohne qual. Abschluss, keine Angabe	**7.032**	**5.810**	**5.266**	**5.040**	**–1.992**	**–28,3**	**–2,1**
Insgesamt	**42.703**	**43.538**	**43.608**	**42.943**	**240**	**0,6**	**0,0**
davon							
MINT Gesamt [03;06;15;22;24]	**5.422**	**5.685**	**5.857**	**5.878**	**456**	**8,4**	**0,5**
MINT Hochschule [03;06]	2.648	3.134	3.420	3.510	862	32,5	1,8
MINT Duale Berufsausbildung [15]	803	804	808	814	11	1,4	0,1
MINT Berufsfachschule [22;24]	1.970	1.746	1.630	1.554	–417	–21,1	–1,5

3.3.4 Erwerbstätige nach Anforderungsniveau

Prognose 2016, Szenario *Beschleunigte Digitalisierung*

Beruf und Anforderungsniveau (Klassifikation der Berufe 2010)	Bestand, in 1.000				Veränderungen 2014–2030		
	2014	2020	2025	2030	in 1.000	in %	⌀ jährl. Veränderung, in %
0 Militär	**174**	**157**	**147**	**137**	**–37**	**–21,4**	**–1,5**
Helfer	0	0	0	0	0	–	–
Fachkraft	155	139	129	120	–34	–22,3	–1,6
Spezialist	10	9	8	8	–2	–20,8	–1,4
Experte	10	10	9	9	–1	–8,6	–0,6
1 Land-, Forst- und Tierwirtschaft und Gartenbau	**1.041**	**988**	**934**	**884**	**–158**	**–15,1**	**–1,0**
Helfer	190	172	157	147	–44	–22,9	–1,6
Fachkraft	690	658	624	590	–100	–14,5	–1,0
Spezialist	100	94	88	84	–16	–16,0	–1,1
Experte	60	64	65	62	2	3,5	0,2
2 Rohstoffgewinnung, Produktion und Fertigung	**8.086**	**7.949**	**7.823**	**7.557**	**–528**	**–6,5**	**–0,4**
Helfer	995	935	890	848	–148	–14,8	–1,0
Fachkraft	5.008	4.881	4.752	4.546	–463	–9,2	–0,6
Spezialist	1.246	1.204	1.189	1.164	–82	–6,6	–0,4
Experte	836	929	992	1.000	164	19,6	1,1
3 Bau, Architektur, Vermessung und Gebäudetechnik	**2.535**	**2.584**	**2.526**	**2.503**	**–32**	**–1,3**	**–0,1**
Helfer	138	130	122	119	–18	–13,4	–0,9
Fachkraft	1.713	1.738	1.685	1.663	–50	–2,9	–0,2
Spezialist	293	283	271	268	–25	–8,7	–0,6
Experte	391	433	448	453	62	15,8	0,9
4 Naturwissenschaft, Geografie und Informatik	**1.509**	**1.670**	**1.743**	**1.789**	**280**	**18,6**	**1,1**
Helfer	44	41	40	40	–4	–8,7	–0,6
Fachkraft	353	355	352	354	1	0,2	0,0
Spezialist	531	577	594	609	78	14,7	0,9
Experte	580	697	756	786	205	35,3	1,9
5 Verkehr, Logistik, Schutz und Sicherheit	**5.698**	**5.581**	**5.567**	**5.550**	**–148**	**–2,6**	**–0,2**
Helfer	2.237	2.127	2.081	2.084	–153	–6,8	–0,4
Fachkraft	2.915	2.897	2.921	2.910	–4	–0,1	0,0
Spezialist	357	364	368	363	7	1,8	0,1
Experte	190	193	197	193	2	1,3	0,1

(Fortsetzung 3.3.4 Erwerbstätige nach Anforderungsniveau)

Beruf und Anforderungsniveau (Klassifikation der Berufe 2010)	Bestand, in 1.000				Veränderungen 2014–2030		
	2014	2020	2025	2030	in 1.000	in %	⌀ jährl. Veränderung, in %
6 Kaufmännische Dienstleistungen, Warenhandel, Vertrieb, Hotel und Tourismus	**5.359**	**5.220**	**5.283**	**5.153**	**–205**	**–3,8**	**–0,2**
Helfer	315	290	278	262	–54	–17,1	–1,2
Fachkraft	3.838	3.686	3.732	3.627	–211	–5,5	–0,4
Spezialist	628	654	678	691	62	9,9	0,6
Experte	577	591	595	574	–4	–0,6	0,0
7 Unternehmensorganisation, Buchhaltung, Recht und Verwaltung	**8.803**	**9.088**	**9.174**	**8.929**	**126**	**1,4**	**0,1**
Helfer	247	234	224	218	–29	–11,7	–0,8
Fachkraft	4.948	4.875	4.778	4.599	–349	–7,1	–0,5
Spezialist	1.378	1.461	1.498	1.475	97	7,0	0,4
Experte	2.230	2.519	2.674	2.637	407	18,2	1,1
8 Gesundheit, Soziales, Lehre und Erziehung	**8.228**	**8.932**	**8.966**	**8.964**	**736**	**8,9**	**0,5**
Helfer	904	945	907	890	–14	–1,6	–0,1
Fachkraft	3.721	3.911	3.900	3.936	215	5,8	0,4
Spezialist	1.108	1.174	1.185	1.198	89	8,1	0,5
Experte	2.495	2.902	2.974	2.940	445	17,8	1,0
9 Sprach-, Literatur-, Geistes-, Gesellschafts- und Wirtschaftswissenschaften, Medien, Kunst, Kultur und Gestaltung	**1.270**	**1.369**	**1.445**	**1.477**	**207**	**16,3**	**0,9**
Helfer	6	6	6	6	0	–5,2	–0,3
Fachkraft	336	348	360	371	35	10,3	0,6
Spezialist	468	511	539	550	81	17,4	1,0
Experte	460	504	540	551	91	19,9	1,1
Insgesamt	**42.703**	**43.538**	**43.608**	**42.943**	**240**	**0,6**	**0,0**
Helfer	5.076	4.881	4.705	4.613	–463	–9,1	–0,6
Fachkraft	23.677	23.486	23.234	22.717	–960	–4,1	–0,3
Spezialist	6.121	6.330	6.419	6.410	289	4,7	0,3
Experte	7.829	8.841	9.250	9.204	1.375	17,6	1,0

Quelle: Economix (Prognose 2016, D3–3-4)

4 Vergleich der Szenarien

4.1 Erwerbspersonen

4.1.1 Erwerbspersonen nach Berufen
Prognose 2016

Beruf (Klassifikation der Berufe 2010)	*Basisszenario*			Szenario *Beschleunigte Digitalisierung*			Digitalisierungseffekt*
	Bestand, in 1.000		Veränderungen 2014–2030	Bestand, in 1.000		Veränderungen 2014–2030	
	2014	2030	in %	2014	2030	in %	
0 Militär	**183**	**142**	**–22,1**	**183**	**140**	**–23,1**	**–1,0**
01 Angehörige der regulären Streitkräfte	183	142	–22,1	183	140	–23,1	**–1,0**
1 Land-, Forst- und Tierwirtschaft und Gartenbau	**1.121**	**939**	**–16,2**	**1.121**	**919**	**–18,0**	**–1,8**
11 Land-, Tier-, Forstwirtschaftsberufe	642	482	–25,0	642	470	–26,8	**–1,7**
12 Gartenbauberufe, Floristik	479	458	–4,4	479	449	–6,2	**–1,9**
2 Rohstoffgewinnung, Produktion und Fertigung	**8.508**	**7.708**	**–9,4**	**8.508**	**7.751**	**–8,9**	**0,5**
21 Rohstoffgewinn, Glas-, Keramikverarbeitung	130	113	–13,5	130	109	–15,8	**–2,4**
22 Kunststoff- u. Holzherst., -verarbeitung	626	545	–13,0	626	533	–14,9	**–2,0**
23 Papier-, Druckberufe, techn. Mediengestalt.	416	391	–6,2	416	400	–3,9	**2,3**
24 Metallerzeugung, -bearbeitung, Metallbau	1.454	1.265	–13,0	1.454	1.244	–14,4	**–1,4**
25 Maschinen- und Fahrzeugtechnikberufe	2.209	2.010	–9,0	2.209	2.037	–7,8	**1,2**
26 Mechatronik-, Energie- u. Elektroberufe	1.372	1.317	–4,0	1.372	1.355	–1,2	**2,8**
27 Technische Forschungs-, Entwicklungs-, Konstruktions- und Produktionssteuerungsberufe	959	904	–5,8	959	939	–2,1	**3,7**
28 Textil- und Lederberufe	198	159	–19,7	198	154	–22,1	**–2,4**

(*) Differenz der Veränderungen 2014–30 zwischen Szenario *Beschleunigte Digitalisierung* und *Basisszenario*

(Fortsetzung 4.1.1 Erwerbspersonen nach Berufen)

Beruf (Klassifikation der Berufe 2010)	*Basisszenario*			Szenario *Beschleunigte Digitalisierung*			Digitali-sierungs-effekt*
	Bestand, in 1.000		Verände-rungen 2014–2030	Bestand, in 1.000		Verände-rungen 2014–2030	
	2014	2030	in %	2014	2030	in %	
29 Lebensmittelherstel-lung u. -verarbeitung	1.143	1.006	–12,0	1.143	979	–14,3	**–2,3**
3 Bau, Architektur, Ver-messung und Gebäude-technik	**2.697**	**2.594**	**–3,8**	**2.697**	**2.566**	**–4,8**	**–1,0**
31 Bauplanung, Architek-tur, Vermessungsberufe	420	461	9,7	420	459	9,2	**–0,5**
32 Hoch- und Tiefbau-berufe	668	622	–6,7	668	608	–9,0	**–2,2**
33 (Innen-)Ausbauberufe	623	575	–7,8	623	562	–9,8	**–2,0**
34 Gebäude- u. versor-gungstechnische Berufe	986	936	–5,1	986	938	–4,9	**0,2**
4 Naturwissenschaft, Geografie und Informa-tik	**1.559**	**1.691**	**8,4**	**1.559**	**1.810**	**16,0**	**7,6**
41 Mathematik-, Biolo-gie-, Chemie-, Physikbe-rufe	496	549	10,7	496	554	11,8	**1,1**
42 Geologie-, Geografie-, Umweltschutzberufe	82	91	11,0	82	95	16,2	**5,2**
43 Informatik- und an-dere IKT-Berufe	982	1.052	7,1	982	1.160	18,2	**11,1**
5 Verkehr, Logistik, Schutz und Sicherheit	**6.077**	**5.986**	**–1,5**	**6.077**	**5.833**	**–4,0**	**–2,5**
51 Verkehr, Logistik (au-ßer Fahrzeugführer)	2.361	2.403	1,7	2.361	2.351	–0,4	**–2,2**
52 Führer von Fahrzeug- u. Transportgeräten	1.426	1.378	–3,3	1.426	1.347	–5,5	**–2,2**
53 Schutz-, Sicherheits-, Überwachungsberufe	680	654	–3,8	680	647	–4,9	**–1,1**
54 Reinigungsberufe	1.609	1.551	–3,7	1.609	1.487	–7,6	**–3,9**
6 Kaufmännische Dienst-leistungen, Warenhan-del, Vertrieb, Hotel und Tourismus	**5.675**	**5.353**	**–5,7**	**5.675**	**5.297**	**–6,7**	**–1,0**
61 Einkaufs-, Vertriebs- und Handelsberufe	1.294	1.345	3,9	1.294	1.359	5,0	**1,1**
62 Verkaufsberufe	2.971	2.804	–5,6	2.971	2.756	–7,2	**–1,6**
63 Tourismus-, Hotel- und Gaststättenberufe	1.410	1.204	–14,6	1.410	1.182	–16,2	**–1,6**

(*) Differenz der Veränderungen 2014–30 zwischen Szenario *Beschleunigte Digitalisierung* und *Basisszenario*

(Fortsetzung 4.1.1 Erwerbspersonen nach Berufen)

Beruf (Klassifikation der Berufe 2010)	Basisszenario			Szenario *Beschleunigte Digitalisierung*			Digitalisierungseffekt*
	Bestand, in 1.000		Veränderungen 2014–2030	Bestand, in 1.000		Veränderungen 2014–2030	
	2014	2030	in %	2014	2030	in %	
7 Unternehmensorganisation, Buchhaltung, Recht und Verwaltung	**9.088**	**9.007**	**–0,9**	**9.088**	**9.079**	**–0,1**	**0,8**
71 Berufe Unternehmensführung, -organisation	5.379	5.341	–0,7	5.379	5.387	0,2	**0,9**
72 Berufe in Finanzdienstleistungen, Rechnungswesen und Steuerberatung	1.874	1.916	2,3	1.874	1.937	3,4	**1,1**
73 Berufe in Recht und Verwaltung	1.835	1.750	–4,7	1.835	1.754	–4,4	**0,2**
8 Gesundheit, Soziales, Lehre und Erziehung	**8.502**	**9.153**	**7,7**	**8.502**	**9.123**	**7,3**	**–0,3**
81 Medizinische Gesundheitsberufe	3.097	3.426	10,6	3.097	3.400	9,8	**–0,8**
82 Nichtmed. Gesundheit, Körperpfl., Medizint.	1.411	1.494	5,9	1.411	1.478	4,8	**–1,2**
83 Erziehung, soz., hauswirt. Berufe, Theologie	2.321	2.415	4,0	2.321	2.387	2,8	**–1,2**
84 Lehrende und ausbildende Berufe	1.673	1.818	8,7	1.673	1.859	11,1	**2,4**
9 Sprach-, Literatur-, Geistes-, Gesellschafts- und Wirtschaftswissenschaften, Medien, Kunst, Kultur und Gestaltung	**1.320**	**1.438**	**9,0**	**1.320**	**1.493**	**13,1**	**4,1**
91 Geistes-Gesellschafts-Wirtschaftswissen.	118	133	13,1	118	137	16,0	**2,9**
92 Werbung, Marketing, kaufmännische und redaktionelle Medienberufe	724	803	10,9	724	846	16,8	**6,0**
93 Produktdesign, Kunsthandwerk	195	204	4,6	195	205	5,4	**0,7**
94 Darstellende, unterhaltende Berufe	283	298	5,3	283	305	7,7	**2,3**
Insgesamt	**44.730**	**44.012**	**–1,6**	**44.730**	**44.012**	**–1,6**	**0,0**
(*) Differenz der Veränderungen 2014–30 zwischen Szenario *Beschleunigte Digitalisierung* und *Basisszenario*							

Quelle: Economix (Prognose 2016, D4–1-1)

4.1.2 Erwerbspersonen nach fachlicher Berufsbildung
Prognose 2016

Fachliche Berufsbildung	***Basisszenario***			**Szenario *Beschleunigte Digitalisierung***			**Digitalisierungseffekt***
	Bestand, in 1.000		**Veränderungen 2014–2030**	**Bestand, in 1.000**		**Veränderungen 2014–2030**	
	2014	**2030**	**in %**	**2014**	**2030**	**in %**	
01–08 Hochschulabsolventen	**8.626**	**10.589**	**22,8**	**8.626**	**11.060**	**28,2**	**5,5**
01 Sprach- und Kulturwissenschaften, Sport	1.804	2.083	15,5	1.804	2.151	19,2	**3,7**
02 Rechts-, Wirtschafts- und Sozialwissenschaften	2.847	3.633	27,6	2.847	3.785	33,0	**5,3**
03 Mathematik, Naturwissenschaften	909	1.191	31,1	909	1.272	39,9	**8,9**
04 Humanmedizin, Veterinärmedizin	664	845	27,1	664	863	29,9	**2,8**
05 Agrar-, Forst- und Ernährungswissenschaften	194	199	2,5	194	204	4,9	**2,4**
06 Ingenieurwissenschaften	1.800	2.133	18,5	1.800	2.257	25,4	**6,9**
07 Kunst, Kunstwissenschaft	405	502	24,0	405	525	29,6	**5,6**
08 Sonstige	3	3	–8,7	3	3	–5,7	**3,0**
10–21 Duale Berufsausbildung	**23.855**	**23.581**	**–1,1**	**23.855**	**23.300**	**–2,3**	**–1,2**
10 Pflanzenbauer, Tierzüchter, Fischereiberufe	625	547	–12,4	625	540	–13,6	**–1,2**
11 Industrielle und handwerkliche Fertigungsberufe	429	393	–8,6	429	379	–11,8	**–3,2**
12 Metallberufe	2.433	2.322	–4,6	2.433	2.263	–7,0	**–2,4**
13 Übrige Fertigungsberufe	1.818	1.794	–1,3	1.818	1.743	–4,1	**–2,8**
14 Bauberufe	1.348	1.282	–4,9	1.348	1.260	–6,5	**–1,7**
15 Technische Berufe	819	777	–5,1	819	819	0,0	**5,1**
16 Waren- und Dienstleistungskaufleute, Versandfertigmacher, Verkehrsberufe	5.952	6.144	3,2	5.952	6.106	2,6	**–0,6**
17 Organisations-, Verwaltungs-, Büroberufe	4.929	4.449	–9,7	4.929	4.391	–10,9	**–1,2**

(*) Differenz der Veränderungen 2014–30 zwischen Szenario *Beschleunigte Digitalisierung* und *Basisszenario*

(Fortsetzung 4.1.2 Erwerbspersonen nach fachlicher Berufsbildung)

Fachliche Berufsbildung	***Basisszenario***			**Szenario *Beschleunigte Digitalisierung***			**Digitalisierungs-effekt***
	Bestand, in 1.000		**Veränderungen 2014–2030**	**Bestand, in 1.000**		**Veränderungen 2014–2030**	
	2014	**2030**	**in %**	**2014**	**2030**	**in %**	
18 Private Dienstleistungsberufe	1.093	1.068	–2,3	1.093	1.093	0,0	**2,3**
19 Gesundheits- und soziale Berufe	2.505	2.839	13,3	2.505	2.787	11,3	**–2,1**
20 Körperpfleger, Gästebetreuer, hauswirtschaftliche Berufe, Reinigungsberufe	1.868	1.955	4,7	1.868	1.907	2,1	**–2,6**
21 Restliche Berufe	35	12	–66,3	35	12	–65,3	**1,0**
22–27 Fachschule	**4.428**	**4.155**	**–6,2**	**4.428**	**4.220**	**–4,7**	**1,5**
22 Ingenieurberufe	1.924	1.441	–25,1	1.924	1.496	–22,2	**2,9**
23 Kaufmännische Berufe	576	566	–1,7	576	586	1,8	**3,5**
24 Informatikberufe, technisch-naturwissenschaftliche Assistenten	75	64	–15,3	75	68	–9,3	**6,0**
25 Künstlerische und gestalterische Berufe	96	111	16,4	96	117	22,7	**6,3**
26 Erziehungs- und Pflegeberufe	1.661	1.887	13,6	1.661	1.863	12,2	**–1,4**
27 Sonstige Berufe	96	87	–9,4	96	90	–7,0	**2,3**
29 Ohne qualifizierenden Abschluss, keine Angabe	**7.821**	**5.686**	**–27,3**	**7.821**	**5.432**	**–30,5**	**–3,2**
Insgesamt	**44.730**	**44.012**	**–1,6**	**44.730**	**44.012**	**–1,6**	**0,0**
davon							
MINT Gesamt [03;06;15;22;24]	**5.527**	**5.605**	**1,4**	**5.527**	**5.913**	**7,0**	**5,6**
MINT Hochschule [03;06]	2.709	3.324	22,7	2.709	3.529	30,3	**7,6**
MINT Duale Berufsausbildung [15]	819	777	–5,1	819	819	0,0	**5,1**
MINT Fachschule [22;24]	1.999	1.504	–24,8	1.999	1.564	–21,8	**3,0**

(*) Differenz der Veränderungen 2014–30 zwischen Szenario *Beschleunigte Digitalisierung* und *Basisszenario*

Quelle: Economix (Prognose 2016, D4–1-2)

4.2 Erwerbstätige

4.2.1 Erwerbstätige nach Wirtschaftszweigen
Prognose 2016

Wirtschaftszweig	*Basisszenario*			Szenario *Beschleunigte Digitalisierung*			Digitali-sierungs-effekt*
	Bestand, in 1.000		Verände-rungen 2014–2030	Bestand, in 1.000		Verände-rungen 2014–2030	
	2014	2030	in %	2014	2030	in %	
01 Land- und Forstwirtschaft	**651**	**483**	**–25,9**	**651**	**467**	**–28,3**	**–2,5**
01 Land- und Forstwirtschaft, Fischerei	651	483	–25,9	651	467	–28,3	**–2,5**
02 Energie, Wasser und Recycling	**573**	**479**	**–16,4**	**573**	**478**	**–16,6**	**–0,3**
02 Bergbau, Gew. von Steinen und Erden	61	40	–33,9	61	33	–45,3	**–11,4**
14 Energieversorgung	250	220	–12,1	250	225	–10,1	**2,0**
15 Wasserversorgung, Entsorgung	262	219	–16,4	262	219	–16,2	**0,2**
03 Verarbeitendes Gewerbe	**7.491**	**6.755**	**–9,8**	**7.491**	**6.871**	**–8,3**	**1,6**
03 Nahrungs- und Genussmittel	927	839	–9,5	927	806	–13,1	**–3,6**
04 Textilien, Bekleidung, Lederwaren	159	106	–33,6	159	95	–40,2	**–6,6**
05 Holz-, Flecht-, Korb- und Korkwaren	140	130	–7,3	140	127	–9,2	**–1,9**
06 Papier, Druckereierzeugnisse	320	290	–9,6	320	229	–28,4	**–18,9**
07 Chemische Erzeugnisse, Mineralölerz.	513	483	–5,7	513	442	–13,9	**–8,1**
08 Gummi, Kunststoff, Glas, Keramik	693	656	–5,4	693	614	–11,4	**–6,0**
09 Metallerzeugung, -erzeugnisse	1.168	998	–14,5	1.168	952	–18,5	**–4,0**
10 Elektronik, optische Erzeugnisse	872	947	8,6	872	1.070	22,6	**14,1**
11 Maschinenbau	1.067	782	–26,7	1.067	933	–12,6	**14,1**
12 Fahrzeugbau	974	982	0,9	974	1.080	11,0	**10,1**
13 Möbel, sonst. Waren; Rep. von Maschinen	658	543	–17,5	658	524	–20,3	**–2,8**

(*) Differenz der Veränderungen 2014–30 zwischen Szenario *Beschleunigte Digitalisierung* und *Basisszenario*

(Fortsetzung 4.2.1 Erwerbstätige nach Wirtschaftszweigen)

Wirtschaftszweig	*Basisszenario* Bestand, in 1.000 2014	*Basisszenario* Bestand, in 1.000 2030	*Basisszenario* Veränderungen 2014–2030 in %	Szenario *Beschleunigte Digitalisierung* Bestand, in 1.000 2014	Szenario *Beschleunigte Digitalisierung* Bestand, in 1.000 2030	Szenario *Beschleunigte Digitalisierung* Veränderungen 2014–2030 in %	Digitalisierungseffekt*
04 Baugewerbe	**2.443**	**2.430**	**–0,5**	**2.443**	**2.386**	**–2,3**	**–1,8**
16 Hochbau, Tiefbau, Ausbaugewerbe	2.443	2.430	–0,5	2.443	2.386	–2,3	**–1,8**
05 Handel und Verkehr	**8.133**	**8.112**	**–0,3**	**8.133**	**7.985**	**–1,8**	**–1,6**
17 Großhandel	1.922	1.957	1,8	1.922	1.921	–0,1	**–1,9**
18 Einzelhandel	3.988	3.918	–1,8	3.988	3.820	–4,2	**–2,5**
19 Landverkehr, Schifffahrt, Luftfahrt, Lagerei	1.629	1.691	3,8	1.629	1.743	7,0	**3,2**
20 Post-, Kurierdienste	476	449	–5,8	476	417	–12,5	**–6,7**
23 Telekommunikation	118	98	–16,5	118	85	–27,6	**–11,0**
06 Finanzdienste	**1.333**	**1.372**	**2,9**	**1.333**	**1.327**	**–0,5**	**–3,3**
25 Finanzdienste	1.200	1.226	2,2	1.200	1.181	–1,5	**–3,7**
31 Vermietung von beweglichen Sachen	133	145	9,1	133	146	9,3	**0,2**
07 Unternehmensdienste	**6.822**	**7.696**	**12,8**	**6.822**	**8.203**	**20,2**	**7,4**
24 IT-Dienste	741	812	9,6	741	980	32,3	**22,7**
27 Unternehmens-, Rechtsberatung	1.281	1.449	13,2	1.281	1.598	24,8	**11,6**
28 Architektur-, Ingenieur-, Labordienste	686	749	9,1	686	743	8,3	**–0,8**
29 Forschung und Entwicklung	203	260	28,2	203	322	58,7	**30,5**
30 Sonstige professionelle Dienste	449	438	–2,5	449	487	8,6	**11,0**
32 Arbeitsvermittlung, -überlassung	919	1.179	28,3	919	1.163	26,6	**–1,7**
34 Sonstige Unternehmensdienste	1.853	2.279	23,0	1.853	2.385	28,7	**5,7**
41 Interessenvertretungen	690	529	–23,3	690	523	–24,1	**–0,9**
08 Persönliche Dienstleistungen	**5.060**	**4.850**	**–4,1**	**5.060**	**4.828**	**–4,6**	**–0,4**
21 Beherbergung, Gastgewerbe	1.812	1.568	–13,5	1.812	1.553	–14,3	**–0,8**
22 Verlage, Film, Fernsehen und Rundfunk	368	321	–12,9	368	343	–6,9	**6,0**

(*) Differenz der Veränderungen 2014–30 zwischen Szenario *Beschleunigte Digitalisierung* und *Basisszenario*

(Fortsetzung 4.2.1 Erwerbstätige nach Wirtschaftszweigen)

Wirtschaftszweig	***Basisszenario***			**Szenario *Beschleunigte Digitalisierung***			**Digitali-sierungs-effekt***
	Bestand, in 1.000		**Verände-rungen 2014–2030**	**Bestand, in 1.000**		**Verände-rungen 2014–2030**	
	2014	**2030**	**in %**	**2014**	**2030**	**in %**	
26 Grundstücks- und Wohnungswesen	463	490	5,9	463	484	4,5	**–1,4**
33 Reisebüros, Reisedienste	105	77	–26,2	105	77	–26,0	**0,1**
39 Kunst und Kultur, Glückspiel	407	512	25,9	407	524	28,8	**2,8**
40 Sport, Unterhaltung, Erholung	245	226	–7,7	245	225	–8,4	**–0,6**
42 Reparatur von Gebrauchsgütern	70	59	–14,6	70	59	–14,8	**–0,1**
43 Sonstige persönliche Dienste	742	741	–0,1	742	732	–1,3	**–1,2**
44 Häusliche Dienste	849	855	0,7	849	831	–2,1	**–2,8**
09 Öffentliche Verwaltung	**2.535**	**2.163**	**–14,7**	**2.535**	**2.108**	**–16,8**	**–2,2**
35 Öffentliche Verwaltung	2.535	2.163	–14,7	2.535	2.108	–16,8	**–2,2**
10 Erziehung, Gesundheit, Sozialwesen	**7.662**	**8.340**	**8,8**	**7.662**	**8.290**	**8,2**	**–0,6**
36 Erziehung und Unterricht	2.398	2.523	5,2	2.398	2.540	5,9	**0,7**
37 Gesundheitswesen	2.974	3.192	7,3	2.974	3.154	6,1	**–1,3**
38 Sozialwesen, Heime	2.290	2.625	14,6	2.290	2.596	13,4	**–1,3**
Insgesamt	**42.703**	**42.680**	**–0,1**	**42.703**	**42.943**	**0,6**	**0,6**
(*) Differenz der Veränderungen 2014–30 zwischen Szenario *Beschleunigte Digitalisierung* und *Basisszenario*							

Quelle: Economix (Prognose 2016, D4–2-1)

4.2.2 Erwerbstätige nach Berufen

Prognose 2016

Beruf (Klassifikation der Berufe 2010)	***Basisszenario***			**Szenario *Beschleunigte Digitalisierung***			**Digitalisierungseffekt***
	Bestand, in 1.000		**Veränderungen 2014–2030**	**Bestand, in 1.000**		**Veränderungen 2014–2030**	
	2014	**2030**	**in %**	**2014**	**2030**	**in %**	
0 Militär	**174**	**139**	**–20,3**	**174**	**137**	**–21,4**	**–1,1**
01 Angehörige der regulären Streitkräfte	174	139	–20,3	174	137	–21,4	**–1,1**
1 Land-, Forst- und Tierwirtschaft und Gartenbau	**1.041**	**892**	**–14,4**	**1.041**	**884**	**–15,1**	**–0,8**
11 Land-, Tier-, Forstwirtschaftsberufe	599	458	–23,6	599	451	–24,8	**–1,2**
12 Gartenbauberufe, Floristik	442	434	–1,8	442	433	–2,1	**–0,2**
2 Rohstoffgewinnung, Produktion und Fertigung	**8.086**	**7.439**	**–8,0**	**8.086**	**7.557**	**–6,5**	**1,5**
21 Rohstoffgewinn, Glas-, Keramikverarbeitung	123	108	–11,9	123	104	–15,3	**–3,4**
22 Kunststoff- u. Holzherst., -verarbeitung	580	518	–10,6	580	511	–11,8	**–1,2**
23 Papier-, Druckberufe, techn. Mediengestalt.	397	379	–4,5	397	383	–3,5	**1,0**
24 Metallerzeugung, -bearbeitung, Metallbau	1.385	1.221	–11,8	1.385	1.197	–13,6	**–1,7**
25 Maschinen- und Fahrzeugtechnikberufe	2.107	1.948	–7,5	2.107	2.013	–4,5	**3,1**
26 Mechatronik-, Energie- u. Elektroberufe	1.308	1.278	–2,3	1.308	1.341	2,5	**4,8**
27 Technische Forschungs-, Entwicklungs-, Konstruktions- und Produktionssteuerungsberufe	931	887	–4,8	931	929	–0,2	**4,6**
28 Textil- und Lederberufe	186	152	–18,2	186	146	–21,6	**–3,4**
29 Lebensmittelherstellung u. -verarbeitung	1.069	947	–11,4	1.069	933	–12,7	**–1,4**

(*) Differenz der Veränderungen 2014–30 zwischen Szenario *Beschleunigte Digitalisierung* und *Basisszenario*

(Fortsetzung 4.2.2 Erwerbstätige nach Berufen)

Beruf (Klassifikation der Berufe 2010)	*Basisszenario*			Szenario *Beschleunigte Digitalisierung*			Digitalisierungseffekt*
	Bestand, in 1.000		Veränderungen 2014–2030	Bestand, in 1.000		Veränderungen 2014–2030	
	2014	2030	in %	2014	2030	in %	
3 Bau, Architektur, Vermessung und Gebäudetechnik	**2.535**	**2.489**	**–1,8**	**2.535**	**2.503**	**–1,3**	**0,5**
31 Bauplanung, Architektur, Vermessungsberufe	411	454	10,6	411	455	10,8	**0,3**
32 Hoch- und Tiefbauberufe	614	586	–4,5	614	582	–5,2	**–0,7**
33 (Innen-)Ausbauberufe	572	542	–5,2	572	541	–5,5	**–0,2**
34 Gebäude- u. versorgungstechnische Berufe	939	907	–3,4	939	925	–1,4	**1,9**
4 Naturwissenschaft, Geografie und Informatik	**1.509**	**1.656**	**9,7**	**1.509**	**1.789**	**18,6**	**8,8**
41 Mathematik-, Biologie-, Chemie-, Physikberufe	478	536	12,1	478	543	13,4	**1,3**
42 Geologie-, Geografie-, Umweltschutzberufe	79	89	12,3	79	94	18,5	**6,2**
43 Informatik- und andere IKT-Berufe	951	1.030	8,3	951	1.152	21,2	**12,8**
5 Verkehr, Logistik, Schutz und Sicherheit	**5.698**	**5.700**	**0,0**	**5.698**	**5.550**	**–2,6**	**–2,6**
51 Verkehr, Logistik (außer Fahrzeugführer)	2.220	2.300	3,6	2.220	2.250	1,3	**–2,3**
52 Führer von Fahrzeug- u. Transportgeräten	1.345	1.325	–1,5	1.345	1.292	–3,9	**–2,5**
53 Schutz-, Sicherheits-, Überwachungsberufe	653	638	–2,3	653	634	–3,0	**–0,7**
54 Reinigungsberufe	1.481	1.437	–3,0	1.481	1.376	–7,1	**–4,1**
6 Kaufmännische Dienstleistungen, Warenhandel, Vertrieb, Hotel und Tourismus	**5.359**	**5.154**	**–3,8**	**5.359**	**5.153**	**–3,8**	**0,0**
61 Einkaufs-, Vertriebs- und Handelsberufe	1.241	1.312	5,7	1.241	1.341	8,1	**2,4**
62 Verkaufsberufe	2.806	2.707	–3,5	2.806	2.672	–4,8	**–1,2**
63 Tourismus-, Hotel- und Gaststättenberufe	1.312	1.135	–13,4	1.312	1.139	–13,1	**0,3**

(*) Differenz der Veränderungen 2014–30 zwischen Szenario *Beschleunigte Digitalisierung* und *Basisszenario*

(Fortsetzung 4.2.2 Erwerbstätige nach Berufen)

Beruf (Klassifikation der Berufe 2010)	*Basisszenario* Bestand, in 1.000 2014	2030	Veränderungen 2014–2030 in %	Szenario *Beschleunigte Digitalisierung* Bestand, in 1.000 2014	2030	Veränderungen 2014–2030 in %	Digitalisierungseffekt*
7 Unternehmensorganisation, Buchhaltung, Recht und Verwaltung	**8.803**	**8.835**	**0,4**	**8.803**	**8.929**	**1,4**	**1,1**
71 Berufe Unternehmensführung, -organisation	5.210	5.237	0,5	5.210	5.308	1,9	**1,4**
72 Berufe in Finanzdienstleistungen, Rechnungswesen und Steuerberatung	1.809	1.877	3,8	1.809	1.903	5,2	**1,4**
73 Berufe in Recht und Verwaltung	1.784	1.721	–3,5	1.784	1.718	–3,7	**–0,2**
8 Gesundheit, Soziales, Lehre und Erziehung	**8.228**	**8.971**	**9,0**	**8.228**	**8.964**	**8,9**	**–0,1**
81 Medizinische Gesundheitsberufe	3.021	3.374	11,7	3.021	3.339	10,5	**–1,1**
82 Nichtmed. Gesundheit, Körperpfl., Medizint.	1.350	1.454	7,7	1.350	1.448	7,3	**–0,4**
83 Erziehung, soz., hauswirt. Berufe, Theologie	2.226	2.353	5,7	2.226	2.337	5,0	**–0,7**
84 Lehrende und ausbildende Berufe	1.632	1.790	9,7	1.632	1.838	12,7	**3,0**
9 Sprach-, Literatur-, Geistes-, Gesellschafts- und Wirtschaftswissenschaften, Medien, Kunst, Kultur und Gestaltung	**1.270**	**1.405**	**10,6**	**1.270**	**1.477**	**16,3**	**5,7**
91 Geistes-Gesellschafts-Wirtschaftswissen.	115	131	14,1	115	135	17,6	**3,5**
92 Werbung, Marketing, kaufmännische und redaktionelle Medienberufe	699	787	12,6	699	838	20,0	**7,4**
93 Produktdesign, Kunsthandwerk	186	198	6,8	186	202	9,0	**2,2**
94 Darstellende, unterhaltende Berufe	271	290	6,9	271	302	11,3	**4,4**
Insgesamt	**42.703**	**42.680**	**–0,1**	**42.703**	**42.943**	**0,6**	**0,6**

(*) Differenz der Veränderungen 2014–30 zwischen Szenario *Beschleunigte Digitalisierung* und *Basisszenario*

4.2.3 Erwerbstätige nach fachlicher Berufsbildung
Prognose 2016

Fachliche Berufsbildung	*Basisszenario*			Szenario *Beschleunigte Digitalisierung*			Digitalisierungseffekt*
	Bestand, in 1.000		Veränderungen 2014–2030	Bestand, in 1.000		Veränderungen 2014–2030	
	2014	2030	in %	2014	2030	in %	
01–08 Hochschulabsolventen	**8.464**	**10.459**	**23,6**	**8.464**	**10.988**	**29,8**	**6,3**
01 Sprach- und Kulturwissenschaften, Sport	1.775	2.061	16,1	1.775	2.135	20,3	**4,2**
02 Rechts-, Wirtschafts- und Sozialwissenschaften	2.795	3.589	28,4	2.795	3.760	34,5	**6,1**
03 Mathematik, Naturwissenschaften	886	1.173	32,3	886	1.266	42,8	**10,5**
04 Humanmedizin, Veterinärmedizin	660	840	27,2	660	856	29,7	**2,5**
05 Agrar-, Forst- und Ernährungswissenschaften	189	196	3,7	189	202	7,1	**3,5**
06 Ingenieurwissenschaften	1.762	2.104	19,4	1.762	2.245	27,4	**8,0**
07 Kunst, Kunstwissenschaft	394	494	25,2	394	521	32,2	**7,0**
08 Sonstige	3	3	–8,1	3	3	–4,8	**3,4**
10–21 Duale Berufsausbildung	**22.840**	**22.890**	**0,2**	**22.840**	**22.748**	**–0,4**	**–0,6**
10 Pflanzenbauer, Tierzüchter, Fischereiberufe	574	519	–9,5	574	529	–7,8	**1,6**
11 Industrielle und handwerkliche Fertigungsberufe	409	380	–7,1	409	357	–12,7	**–5,6**
12 Metallberufe	2.338	2.258	–3,4	2.338	2.173	–7,1	**–3,6**
13 Übrige Fertigungsberufe	1.721	1.730	0,6	1.721	1.664	–3,3	**–3,8**
14 Bauberufe	1.227	1.211	–1,3	1.227	1.225	–0,1	**1,1**
15 Technische Berufe	803	764	–4,9	803	814	1,4	**6,3**
16 Waren- und Dienstleistungskaufleute, Versandfertigmacher, Verkehrsberufe	5.680	5.954	4,8	5.680	6.046	6,4	**1,6**
17 Organisations-, Verwaltungs-, Büroberufe	4.802	4.359	–9,2	4.802	4.302	–10,4	**–1,2**

(*) Differenz der Veränderungen 2014–30 zwischen Szenario *Beschleunigte Digitalisierung* und *Basisszenario*

(Fortsetzung 4.2.3 Erwerbstätige nach fachlicher Berufsbildung)

Fachliche Berufsbildung	*Basisszenario*			Szenario *Beschleunigte Digitalisierung*			Digitali-sierungs-effekt*
	Bestand, in 1.000		Verände-rungen 2014–2030	Bestand, in 1.000		Verände-rungen 2014–2030	
	2014	2030	in %	2014	2030	in %	
18 Private Dienstleis-tungsberufe	1.051	1.039	–1,2	1.051	1.085	3,2	**4,3**
19 Gesundheits- und soziale Berufe	2.440	2.781	14,0	2.440	2.708	11,0	**–3,0**
20 Körperpfl., Gäste-betr., hauswirt. u. Reini-gungsber.	1.762	1.883	6,9	1.762	1.833	4,0	**–2,8**
21 Restliche Berufe	34	12	–66,1	34	12	–64,6	**1,5**
22–27 Fachschule	**4.367**	**4.115**	**–5,8**	**4.367**	**4.168**	**–4,6**	**1,2**
22 Ingenieurberufe	1.897	1.426	–24,8	1.897	1.486	–21,7	**3,2**
23 Kaufmännische Berufe	567	560	–1,3	567	582	2,7	**3,9**
24 Informatikberufe, technisch-naturwissen-schaftliche Assistenten	74	63	–14,7	74	68	–7,9	**6,8**
25 Künstlerische u. ge-stalterische Berufe	94	110	17,0	94	117	24,2	**7,2**
26 Erziehungs- und Pfle-geberufe	1.640	1.870	14,0	1.640	1.826	11,3	**–2,6**
27 Sonstige Berufe	95	87	–9,1	95	89	–6,6	**2,4**
29 Ohne qual. Ab-schluss, keine Angabe	**7.032**	**5.217**	**–25,8**	**7.032**	**5.040**	**–28,3**	**–2,5**
Insgesamt	**42.703**	**42.680**	**–0,1**	**42.703**	**42.943**	**0,6**	**0,6**
davon							
MINT Gesamt [03;06;15;22;24]	**5.422**	**5.529**	**2,0**	**5.422**	**5.878**	**8,4**	**6,4**
MINT Hochschule [03;06]	2.648	3.277	23,7	2.648	3.510	32,5	**8,8**
MINT Duale Berufsaus-bildung [15]	803	764	–4,9	803	814	1,4	**6,3**
MINT Berufsfachschule [22;24]	1.970	1.489	–24,5	1.970	1.554	–21,1	**3,3**

(*) Differenz der Veränderungen 2014–30 zwischen Szenario *Beschleunigte Digitalisierung* und *Basisszenario*

Quelle: Economix (Prognose 2016, D4–2-3)

4.2.4 Erwerbstätige nach Anforderungsniveau
Prognose 2016

Beruf und Anforderungsniveau (Klassifikation der Berufe 2010)	*Basisszenario*			Szenario *Beschleunigte Digitalisierung*			Digitalisierungseffekt*
	Bestand, in 1.000		Veränderungen 2014–2030	Bestand, in 1.000		Veränderungen 2014–2030	
	2014	2030	in %	2014	2030	in %	
0 Militär	**174**	**139**	**–20,3**	**174**	**137**	**–21,4**	**–1,1**
Helfer	0	0	–	0	0	–	–
Fachkraft	155	122	–21,2	155	120	–22,3	**–1,1**
Spezialist	10	8	–20,8	10	8	–20,8	**0,1**
Experte	10	9	–7,0	10	9	–8,6	**–1,6**
1 Land-, Forst- und Tierwirtschaft und Gartenbau	**1.041**	**892**	**–14,4**	**1.041**	**884**	**–15,1**	**–0,8**
Helfer	190	155	–18,8	190	147	–22,9	**–4,1**
Fachkraft	690	593	–14,2	690	590	–14,5	**–0,3**
Spezialist	100	83	–17,4	100	84	–16,0	**1,4**
Experte	60	62	2,6	60	62	3,5	**0,9**
2 Rohstoffgewinnung, Produktion und Fertigung	**8.086**	**7.439**	**–8,0**	**8.086**	**7.557**	**–6,5**	**1,5**
Helfer	995	880	–11,6	995	848	–14,8	**–3,2**
Fachkraft	5.008	4.561	–8,9	5.008	4.546	–9,2	**–0,3**
Spezialist	1.246	1.082	–13,2	1.246	1.164	–6,6	**6,6**
Experte	836	916	9,6	836	1.000	19,6	**10,0**
3 Bau, Architektur, Vermessung und Gebäudetechnik	**2.535**	**2.489**	**–1,8**	**2.535**	**2.503**	**–1,3**	**0,5**
Helfer	138	124	–10,0	138	119	–13,4	**–3,4**
Fachkraft	1.713	1.655	–3,4	1.713	1.663	–2,9	**0,4**
Spezialist	293	259	–11,5	293	268	–8,7	**2,8**
Experte	391	451	15,3	391	453	15,8	**0,6**
4 Naturwissenschaft, Geografie und Informatik	**1.509**	**1.656**	**9,7**	**1.509**	**1.789**	**18,6**	**8,8**
Helfer	44	43	–0,7	44	40	–8,7	**–8,0**
Fachkraft	353	350	–1,1	353	354	0,2	**1,3**
Spezialist	531	551	3,6	531	609	14,7	**11,1**
Experte	580	712	22,7	580	786	35,3	**12,6**

(*) Differenz der Veränderungen 2014–30 zwischen Szenario *Beschleunigte Digitalisierung* und *Basisszenario*

(Fortsetzung 4.2.4 Erwerbstätige nach Anforderungsniveau)

Beruf und Anforderungsniveau (Klassifikation der Berufe 2010)	***Basisszenario***			**Szenario *Beschleunigte Digitalisierung***			**Digitalisierungseffekt***
	Bestand, in 1.000		**Veränderungen 2014–2030**	**Bestand, in 1.000**		**Veränderungen 2014–2030**	
	2014	**2030**	**in %**	**2014**	**2030**	**in %**	
5 Verkehr, Logistik, Schutz und Sicherheit	**5.698**	**5.700**	**0,0**	**5.698**	**5.550**	**–2,6**	**–2,6**
Helfer	2.237	2.188	–2,2	2.237	2.084	–6,8	**–4,7**
Fachkraft	2.915	2.961	1,6	2.915	2.910	–0,1	**–1,8**
Spezialist	357	357	0,0	357	363	1,8	**1,9**
Experte	190	193	1,5	190	193	1,3	**–0,2**
6 Kaufmännische Dienstleistungen, Warenhandel, Vertrieb, Hotel und Tourismus	**5.359**	**5.154**	**–3,8**	**5.359**	**5.153**	**–3,8**	**0,0**
Helfer	315	271	–13,9	315	262	–17,1	**–3,1**
Fachkraft	3.838	3.648	–4,9	3.838	3.627	–5,5	**–0,5**
Spezialist	628	668	6,3	628	691	9,9	**3,7**
Experte	577	567	–1,7	577	574	–0,6	**1,1**
7 Unternehmensorganisation, Buchhaltung, Recht und Verwaltung	**8.803**	**8.835**	**0,4**	**8.803**	**8.929**	**1,4**	**1,1**
Helfer	247	225	–8,8	247	218	–11,7	**–2,9**
Fachkraft	4.948	4.649	–6,0	4.948	4.599	–7,1	**–1,0**
Spezialist	1.378	1.421	3,1	1.378	1.475	7,0	**3,9**
Experte	2.230	2.540	13,9	2.230	2.637	18,2	**4,4**
8 Gesundheit, Soziales, Lehre und Erziehung	**8.228**	**8.971**	**9,0**	**8.228**	**8.964**	**8,9**	**–0,1**
Helfer	904	927	2,5	904	890	–1,6	**–4,1**
Fachkraft	3.721	3.978	6,9	3.721	3.936	5,8	**–1,1**
Spezialist	1.108	1.178	6,3	1.108	1.198	8,1	**1,8**
Experte	2.495	2.887	15,7	2.495	2.940	17,8	**2,1**
9 Sprach-, Literatur-, Geistes-, Gesellschafts- und Wirtschaftswissenschaften, Medien, Kunst, Kultur und Gestaltung	**1.270**	**1.405**	**10,6**	**1.270**	**1.477**	**16,3**	**5,7**
Helfer	6	6	–6,8	6	6	–5,2	**1,6**
Fachkraft	336	356	6,0	336	371	10,3	**4,3**
Spezialist	468	513	9,6	468	550	17,4	**7,8**
Experte	460	530	15,4	460	551	19,9	**4,5**

(*) Differenz der Veränderungen 2014–30 zwischen Szenario *Beschleunigte Digitalisierung* und *Basisszenario*

(Fortsetzung 4.2.4 Erwerbstätige nach Anforderungsniveau)

Beruf und Anforderungsniveau (Klassifikation der Berufe 2010)	***Basisszenario***			**Szenario *Beschleunigte Digitalisierung***			Digitalisierungseffekt*
	Bestand, in 1.000		**Veränderungen 2014–2030**	**Bestand, in 1.000**		**Veränderungen 2014–2030**	
	2014	**2030**	**in %**	**2014**	**2030**	**in %**	
Insgesamt	**42.703**	**42.680**	**–0,1**	**42.703**	**42.943**	**0,6**	**0,6**
Helfer	5.076	4.820	–5,1	5.076	4.613	–9,1	**–4,1**
Fachkraft	23.677	22.873	–3,4	23.677	22.717	–4,1	**–0,7**
Spezialist	6.121	6.119	0,0	6.121	6.410	4,7	**4,7**
Experte	7.829	8.868	13,3	7.829	9.204	17,6	**4,3**
(*) Differenz der Veränderungen 2014–30 zwischen Szenario *Beschleunigte Digitalisierung* und *Basisszenario*							

Quelle: Economix (Prognose 2016, D4–2-4)

5 Klassifikationen und Aggregationen

5.1 Klassifikation der Berufe (KB 2010)

KB2010-Dreisteller (147 Berufsgruppen)	KB2010-Zweisteller (37 Berufsgruppen)	KB2010-Einsteller (10 Berufsgruppen)
011 Offiziere	01 Angehörige der regulären Streitkräfte	00 Militär
012 Unteroffiziere mit Portepee		
013 Unteroffiziere ohne Portepee		
014 Angeh. reguläre Streitkräfte sonst. Ränge		
111 Landwirtschaft	11 Land-, Tier- und Forstwirtschaftsberufe	01 Land-, Forst-, Tierwirtschaft, Gartenbau
112 Tierwirtschaft		
113 Pferdewirtschaft		
114 Fischwirtschaft		
115 Tierpflege		
116 Weinbau		
117 Forst-, Jagdwirtschaft, Landschaftspflege		
120 Unteroffiziere mit Portepee	12 Gartenbauberufe und Floristik	
121 Gartenbau		
122 Floristik		
130 Unteroffiziere ohne Portepee		
140 Angeh. reguläre Streitkräfte sonst. Ränge		
211 Berg-, Tagebau und Sprengtechnik	21 Rohstoffgewinnung und -aufbereitung,	02 Rohstoffgewinnung, Produktion, Fertigung

(Fortsetzung 5.1 Klassifikation der Berufe (KB 2010))

KB2010-Dreisteller (147 Berufsgruppen)	**KB2010-Zweisteller (37 Berufsgruppen)**	**KB2010-Einsteller (10 Berufsgruppen)**
212 Naturstein-, Mineral-, Baustoffherstell.	Glas- und Keramikherstellung und -verarbeitung	
213 Industrielle Glasherstell., -verarbeitung		
214 Industrielle Keramikherstell., -verarbeitung		
221 Kunststoff, Kautschukherstell., -verarbeitung	22 Kunststoffherstellung und -verarbeitung, Holzbe- und -verarbeitung	
222 Farb- und Lacktechnik		
223 Holzbe- und -verarbeitung		
231 Papier- und Verpackungstechnik	23 Papier- und Druckberufe, technische Mediengestaltung	
232 Technische Mediengestaltung		
233 Fototechnik und Fotografie		
234 Drucktechnik, -weiterverarbeitung, Buchbinderei		
241 Metallerzeugung	24 Metallerzeugung und -bearbeitung, Metallbauberufe	
242 Metallbearbeitung		
243 Metalloberflächenbehandlung		
244 Metallbau und Schweißtechnik		
245 Feinwerk- und Werkzeugtechnik		
251 Maschinenbau- und Betriebstechnik	25 Maschinen- und Fahrzeugtechnikberufe	02 Rohstoffgewinnung, Produktion, Fertigung
252 Fahrzeug-, Luft-, -Raumfahrt-, Schiffbautechn.		
261 Mechatronik und Automatisierungstechnik	26 Mechatronik-, Energie- und Elektroberufe	
262 Energietechnik		
263 Elektrotechnik		
271 Technische Forschung und Entwicklung	27 Technische Forschungs-, Entwicklungs-, Konstruktions- und Produktionssteuerungsberufe	
272 Techn. Zeichnen, Konstruktion, Modellbau		
273 Technische Produktionsplanung, -steuerung		
281 Textiltechnik und -produktion	28 Textil- und Lederberufe	
282 Textilverarbeitung		
283 Leder-, Pelzherstellung u. -verarbeitung		
291 Getränkeherstellung	29 Lebensmittelherstellung und -verarbeitung	
292 Lebensmittel- u. Genussmittelherstellung		
293 Speisenzubereitung		
311 Bauplanung u. -überwachung, Architektur	31 Bauplanungs-, Architektur- und Vermessungsberufe	03 Bau, Architektur, Vermessung, Gebäudetechn.
312 Vermessung und Kartografie		
321 Hochbau	32 Hoch- und Tiefbauberufe	
322 Tiefbau		
331 Bodenverlegung	33 (Innen-)Ausbauberufe	

(Fortsetzung 5.1 Klassifikation der Berufe (KB 2010))

KB2010-Dreisteller (147 Berufsgruppen)	**KB2010-Zweisteller (37 Berufsgruppen)**	**KB2010-Einsteller (10 Berufsgruppen)**
332 Maler., Stuckat., Bauwerksabd., Bautenschutz		
333 Aus-, Trockenbau, Iso-, Zimmer-, Glas-, Rollbau		
341 Gebäudetechnik	34 Gebäude- und versorgungstechnische Berufe	
342 Klempnerei, Sanitär, Heizung, Klimatechnik		
343 Ver- und Entsorgung		
411 Mathematik und Statistik	41 Mathematik-, Biologie-, Chemie- und Physikberufe	04 Naturwissenschaft, Geografie, Informatik
412 Biologie		
413 Chemie		
414 Physik		
421 Geologie, Geografie und Meteorologie	42 Geologie-, Geografie- und Umweltschutzberufe	
422 Umweltschutztechnik		
423 Umweltmanagement und -beratung		
431 Informatik	43 Informatik-, Informations- und Kommunikationstechnologieberufe	
432 IT-Systemanalyse, Anwenderber., IT-Vertrieb		
433 IT-Netzwerkt., -Koord., -Administr., -Orga.		
434 Softwareentwicklung und Programmierung		
511 Tech. Betrieb Eisenb., Luft-, Schiffsverkehr	51 Verkehrs- und Logistikberufe (außer Fahrzeugführung)	05 Verkehr, Logistik, Schutz und Sicherheit
512 Überwachung, Wartung Verkehrsinfrastruktur		
513 Lagerwirt., Post, Zustellung, Güterumschlag		
514 Servicekräfte im Personenverkehr		
515 Überwachung u. Steuerung Verkehrsbetrieb		
516 Kaufleute – Verkehr und Logistik		
521 Fahrzeugführung im Straßenverkehr	52 Führer/innen von Fahrzeug- und Transportgeräten	
522 Fahrzeugführung im Eisenbahnverkehr		
523 Fahrzeugführung im Flugverkehr		
524 Fahrzeugführung im Schiffsverkehr		
525 Bau- und Transportgeräteführung		
531 Obj.-, Pers.-, Brandschutz, Arbeitssicherh.	53 Schutz-, Sicherheits- und Überwachungsberufe	
532 Polizeivollzugs- und Kriminaldienst, Gerichts- und Justizvollzug		
533 Gewerbe, Gesundheitsaufsicht, Desinfektion		
541 Reinigung	54 Reinigungsberufe	
611 Einkauf und Vertrieb	61 Einkaufs-, Vertriebs- und Handelsberufe	06 Kaufm. Dienstl., Handel, Vertrieb, Tourismus
612 Handel		
613 Immobilienwirtschaft, Facility-Management		
621 Verkauf (ohne Produktspezialisierung)	62 Verkaufsberufe	

(Fortsetzung 5.1 Klassifikation der Berufe (KB 2010))

KB2010-Dreisteller (147 Berufsgruppen)	KB2010-Zweisteller (37 Berufsgruppen)	KB2010-Einsteller (10 Berufsgruppen)
622 Verkauf Bekleid., Elektro, KFZ, Hartwaren		
623 Verkauf von Lebensmitteln		
624 Verkauf Drogerie- und Apothekenwaren, Medizinbed.		
625 Buch-, Kunst-, Antiquitäten-, Musikfachhandel		
631 Tourismus und Sport	63 Tourismus-, Hotel- und Gaststättenberufe	
632 Hotellerie		
633 Gastronomie		
634 Veranstaltungsservice, -management		
711 Geschäftsführung und Vorstand	71 Berufe in Unternehmensführung und -organisation	07 Unternehmens-orga., Buchhalt., Recht, Verwalt.
712 Angeh. gesetzgeb. Körp., Interessenorg.		
713 Unternehmensorganisation und -strategie		
714 Büro und Sekretariat		
715 Personalwesen und -dienstleistung		
721 Versicherungs- u. Finanzdienstleistungen	72 Berufe in Finanzdienstleistungen, Rechnungswesen und Steuerberatung	
722 Rechnungswesen, Controlling und Revision		
723 Steuerberatung		
731 Rechtsberatung, -sprechung und -ordnung	73 Berufe in Recht und Verwaltung	
732 Verwaltung		
733 Medien-Dokumentations-Informationsdienst		
811 Arzt- und Praxishilfe	81 Medizinische Gesundheitsberufe	08 Gesundheit, Soziales, Lehre u. Erziehung
812 Medizinisches Laboratorium		
813 Gesundh., Krankenpfl., Rettungsd., Geburtsh.		
814 Human- und Zahnmedizin		
815 Tiermedizin und Tierheilkunde		
816 Psychologie, nichtärztl. Psychotherapie		
817 Nichtärztliche Therapie und Heilkunde		
818 Pharmazie		
821 Altenpflege	82 Nichtmedizinische Gesundheits-, Körperpflege- und Wellnessberufe, Medizintechnik	
822 Ernährungs-, Gesundheitsberatung, Wellness		
823 Körperpflege		
824 Bestattungswesen		
825 Medizin-, Orthopädie- und Rehatechnik		
831 Erziehung, Sozialarb., Heilerziehungspfl.	83 Erziehung, soziale und hauswirtschaftliche Berufe, Theologie	
832 Hauswirtschaft und Verbraucherberatung		
833 Theologie und Gemeindearbeit		

(Fortsetzung 5.1 Klassifikation der Berufe (KB 2010))

KB2010-Dreisteller (147 Berufsgruppen)	**KB2010-Zweisteller (37 Berufsgruppen)**	**KB2010-Einsteller (10 Berufsgruppen)**
841 Lehrtätigkeit an allgemeinbild. Schulen	84 Lehrende und ausbildende Berufe	
842 Lehrt. berufsb. Fächer, betr. Ausb., Betr.päd.		
843 Lehr-, Forschungstätigkeit an Hochschulen		
844 Lehrtätigk. außerschul. Bildungseinricht.		
845 Fahr-, Sportunterricht außerschul. Bild.		
911 Sprach-, Literaturwissenschaften	91 Sprach-, literatur-, geistes-, gesellschafts- und wirtschaftswissenschaftliche Berufe	09 Geisteswissenschaften, Kultur, Gestaltung
912 Geisteswissenschaften		
913 Gesellschaftswissenschaften		
914 Wirtschaftswissenschaften		
921 Werbung und Marketing	92 Werbung, Marketing, kaufmännische und redaktionelle Medienberufe	
922 Öffentlichkeitsarbeit		
923 Verlags- und Medienwirtschaft		
924 Redaktion und Journalismus		
931 Produkt- und Industriedesign	93 Produktdesign und kunsthandwerkliche Berufe, bildende Kunst, Musikinstrumentenbau	
932 Innenarchitektur, Raumausstattung		
933 Kunsthandwerk und bildende Kunst		
934 Kunsthandwerkliche Keramik-, Glasgestaltung		
935 Kunsthandwerkliche Metallgestaltung		
936 Musikinstrumentenbau		
941 Musik-, Gesang-, Dirigententätigkeiten	94 Darstellende und unterhaltende Berufe	
942 Schauspiel, Tanz und Bewegungskunst		
943 Moderation und Unterhaltung		
944 Theater-, Film- und Fernsehproduktion		
945 Veranstaltungs-, Kamera-, Tontechnik		
946 Bühnen- und Kostümbildnerei, Requisite		
947 Museumstechnik und -management		

Quelle: Economix (Prognose 2016, D-5), Bundesagentur für Arbeit: Systematisches Verzeichnis der KldB 2010

5.2 Klassifikation der 44 Wirtschaftszweige

Nr.	**Code WZ 2.008 VGR**	**Bezeichnung (44 Wirtschaftszweige)**
1	01–03	Land- und Forstwirtschaft, Fischerei
2	05–09	Bergbau, Gew. von Steinen und Erden
3	10–12	Nahrungs- und Genussmittel
4	13–15	Textilien, Bekleidung, Lederwaren
5	16	Holz-, Flecht-, Korb- und Korkwaren

(Fortsetzung 5.2 Klassifikation der 44 Wirtschaftszweige)

Nr.	Code WZ 2.008 VGR	Bezeichnung (44 Wirtschaftszweige)
6	17,18	Papier, Druckereierzeugnisse
7	19–21	Chemische Erzeugnisse, Mineralölerz.
8	22–23	Gummi, Kunststoff, Glas, Keramik
9	24–25	Metallerzeugung, -erzeugnisse
10	26–27	Elektronik, optische Erzeugnisse
11	28	Maschinenbau
12	29–30	Fahrzeugbau
13	31–33	Möbel, sonst. Waren; Rep. von Maschinen
14	35	Energieversorgung
15	36–39	Wasserversorgung, Entsorgung
16	41–43	Hochbau, Tiefbau, Ausbaugewerbe
17	46	Großhandel
18	45,47	Einzelhandel
19	49–52	Landverkehr, Schifffahrt, Luftfahrt, Lagerei
20	53	Post-, Kurierdienste
21	55–56	Beherbergung, Gastgewerbe
22	58–60	Verlage, Film, Fernsehen und Rundfunk
23	61	Telekommunikation
24	62–63	IT-Dienste
25	64–66	Finanzdienste
26	68	Grundstücks- und Wohnungswesen
27	69–70	Unternehmens-, Rechtsberatung
28	71	Architektur-, Ingenieur-, Labordienste
29	72	Forschung und Entwicklung
30	73–75	Sonstige professionelle Dienste
31	77	Vermietung von beweglichen Sachen
32	78	Arbeitsvermittlung, -überlassung
33	79	Reisebüros, Reisedienste
34	80–82	Sonstige Unternehmensdienste
35	84 ,99	Öffentliche Verwaltung
36	85	Erziehung und Unterricht
37	86	Gesundheitswesen
38	88,87	Sozialwesen, Heime
39	90,91,92	Kunst und Kultur, Glückspiel
40	93	Sport, Unterhaltung, Erholung
41	94	Interessenvertretungen
42	95	Reparatur von Gebrauchsgütern
43	96	Sonstige persönliche Dienste
44	97,98	Häusliche Dienste

Quelle: Economix (Prognose 2016, D-5), Statistisches Bundesamt: Wirtschaftszweige der VGR 2.008

5.3 Aggregation der 44 Wirtschaftszweige

44 Wirtschaftszweige	34 Wirtschaftszweige	10 Wirtschaftszweige
01 Land- und Forstwirtschaft, Fischerei	01 Land- und Forstwirtschaft [1]	01 Land- und Forstwirtschaft [1]
02 Bergbau, Gew. von Steinen und Erden	02 Grundstoffindustrie [2;6–9]	02 Energie, Wasser und Recycling [2;14;15]
03 Nahrungs- und Genussmittel	03 Konsumgüterindustrie [3–5;13]	03 Verarbeitendes Gewerbe [3–13]
04 Textilien, Bekleidung, Lederwaren		
05 Holz-, Flecht-, Korb- und Korkwaren		
06 Papier, Druckereierzeugnisse	02 Grundstoffindustrie [2;6–9]	
07 Chemische Erzeugnisse, Mineralölerz.		
08 Gummi, Kunststoff, Glas, Keramik		
09 Metallerzeugung, -erzeugnisse		
10 Elektronik, optische Erzeugnisse	04 Investitionsgüterindustrie [10–12]	
11 Maschinenbau		
12 Fahrzeugbau		
13 Möbel, sonst. Waren; Rep. von Maschinen	03 Konsumgüterindustrie [3–5;13]	
14 Energieversorgung	05 Energie, Wasser [14,15]	02 Energie, Wasser und Recycling [2;14;15]
15 Wasserversorgung, Entsorgung		
16 Hochbau, Tiefbau, Ausbaugewerbe	06 Baugewerbe [16]	04 Baugewerbe [16]
17 Großhandel	07 Großhandel [17]	05 Handel und Verkehr [17–20;23]
18 Einzelhandel	08 Einzelhandel [18]	
19 Landverkehr, Schifffahrt, Luftfahrt, Lagerei	09 Verkehr, Lagerei [19]	
20 Post-, Kurierdienste	10 Post- und Kurierdienste [20]	
21 Beherbergung, Gastgewerbe	11 Beherbergung, Gastgewerbe [21]	08 Persönliche Dienstleistungen [21;22;26;33;39;40;42–44]
22 Verlage, Film, Fernsehen und Rundfunk	12 Verlage, Film, Fernsehen und Rundfunk [22]	
23 Telekommunikation	13 Telekommunikation [23]	05 Handel und Verkehr [17–20;23]
24 IT-Dienste	14 IT-Dienste [24]	07 Unternehmensdienste [24;27–30;32;34;41]

(Fortsetzung 5.3 Aggregation der 44 Wirtschaftszweige)

44 Wirtschaftszweige	**34 Wirtschaftszweige**	**10 Wirtschaftszweige**
25 Finanzdienste	15 Finanzdienste [25]	06 Finanzdienste [25;31]
26 Grundstücks- und Wohnungswesen	16 Grundstücks- und Wohnungswesen [26]	08 Persönliche Dienstleistungen [21;22;26;33;39;40;42–44]
27 Unternehmens-, Rechtsberatung	17 Rechts-, Steuer-, Unternehmensberatung [27]	07 Unternehmensdienste [24;27–30;32;34;41]
28 Architektur-, Ingenieur-, Labordienste	18 Architektur- und Ingenieurbüros [28]	
29 Forschung und Entwicklung	19 Forschung und Entwicklung [29]	
30 Sonstige professionelle Dienste	20 Wissenschaftl., technische Dienste [30]	
31 Vermietung von beweglichen Sachen	21 Vermietung von beweglichen Sachen [31]	06 Finanzdienste [25;31]
32 Arbeitsvermittlung, -überlassung	22 Überlassung von Arbeitskräften [32]	07 Unternehmensdienste [24;27–30;32;34;41]
33 Reisebüros, Reisedienste	23 Reisebüros, -veranstalter [33]	08 Persönliche Dienstleistungen [21;22;26;33;39;40;42–44]
34 Sonstige Unternehmensdienste	24 Sonstige Unternehmensdienste [34]	07 Unternehmensdienste [24;27–30;32;34;41]
35 Öffentliche Verwaltung	25 Öffentliche Verwaltung [35]	09 Öffentliche Verwaltung [35]
36 Erziehung und Unterricht	26 Erziehung und Unterricht [36]	10 Erziehung, Gesundheit, Sozialwesen [36–38]
37 Gesundheitswesen	27 Gesundheitswesen [37]	
38 Sozialwesen, Heime	28 Sozialwesen, Heime [38]	
39 Kunst und Kultur, Glückspiel	29 Kunst und Kultur, Glücksspiel [39]	08 Persönliche Dienstleistungen [21;22;26;33;39;40;42–44]
40 Sport, Unterhaltung, Erholung	30 Sport, Unterhaltung, Erholung [40]	
41 Interessenvertretungen	31 Interessensvertretungen [41]	07 Unternehmensdienste [24;27–30;32;34;41]
42 Reparatur von Gebrauchsgütern	32 Reparatur von Gebrauchsgütern [42]	08 Persönliche Dienstleistungen [21;22;26;33;39;40;42–44]
43 Sonstige persönliche Dienste	33 Sonstige persönliche Dienste [43]	
44 Häusliche Dienste	34 Häusliche Dienste [44]	

Quelle: Economix (Prognose 2016, D-5)

5.4 Klassifikation der 29 Kategorien der fachlichen Berufsbildung

Nr.	Code nach Studienbereichen (DESTATIS)	Bezeichnung (29 Kategorien der fachlichen Berufsbildung)
1	1–24, 25, 83, 96	Sprach- und Kulturwissenschaften, Sport
2	26–38, 68, 71, 80, 81, 84–86, 91, 92	Rechts-, Wirtschafts- und Sozialwissenschaften
3	39–47	Mathematik, Naturwissenschaften*
4	48–49, 50, 89, 90	Humanmedizin, Veterinärmedizin
5	51–55, 88, 93, 94	Agrar-, Forst- und Ernährungswissenschaften
6	56–67, 69, 70, 87	Ingenieurwissenschaften*
7	72–77, 82	Kunst, Kunstwissenschaft
8	98, 78, 79, 95	Sonstige
9	99	Ohne Angabe
Nr.	**Code nach Berufsbildungsgesetz/ Handwerksordnung**	
10	01. Jun	Pflanzenbauer, Tierzüchter, Fischereiberufe
11	Jul 18	Industrielle und handwerkliche Fertigungsberufe
12	19–30, 32	Metallberufe
13	31, 33–37, 39–43, 53, 54	Übrige Fertigungsberufe
14	44–51	Bauberufe
15	60–65	Technische Berufe*
16	52, 66–70, 71–74	Waren- und Dienstleistungskaufleute, Versandfertigmacher, Verkehrsberufe
17	75–78	Organisations-, Verwaltungs-, Büroberufe
18	79–83	Private Dienstleistungsberufe
19	84–89	Gesundheits- und soziale Berufe
20	90–93	Körperpfleger, Gästebetreuer, hauswirtschaftliche Berufe, Reinigungsberufe
21	97–99	Restliche Berufe
Nr.	**Code nach Hauptfachrichtung 2003 (Mikrozensus)**	
22	56–67, 69, 70, 87, 51–55, 88, 93, 94	Ingenieurberufe*
23	26–38. 68, 71, 80, 81, 84–86	Kaufmännische Berufe
24	39–47	Informatikberufe, technisch-naturwissenschaftliche Assistenten*
25	72–77, 82	Künstlerische und gestalterische Berufe
26	1–24, 25, 48–50, 83, 89–92, 96	Erziehungs- und Pflegeberufe
27	98, 78, 89, 95	Sonstige Berufe
28	99	Keine Angabe
29		Ohne qualifizierenden Abschluss, keine Angabe
* = MINT- Qualifikationen		

Quelle: Economix (Prognose 2016, D01), Statistisches Bundesamt: Studierende an Hochschulen – Fächersystematik 2.011, Berufsbildungsgesetz, Handwerksordnung, Statistisches Bundesamt: Hauptfachrichtung des beruflichen Ausbildungs- bzw. Hochschul-/Fachhochschulabschlusses 2.003.

5.5 Aggregation der 29 Kategorien der fachlichen Berufsbildung

29 Kategorien der beruflichen Bildung	**3 Kategorien der beruflichen Bildung**
01 Sprach- und Kulturwissenschaften, Sport	Hochschulabsolventen [01–09]
02 Rechts-, Wirtschafts- und Sozialwissenschaften	
03 Mathematik, Naturwissenschaften*	
04 Humanmedizin, Veterinärmedizin	
05 Agrar-, Forst- und Ernährungswissenschaften	
06 Ingenieurwissenschaften*	
07 Kunst, Kunstwissenschaft	
08 Sonstige	
09 Ohne Angabe	
10 Pflanzenbauer, Tierzüchter, Fischereiberufe	Duale Berufsausbildung [10–21]
11 Industrielle und handwerkliche Fertigungsberufe	
12 Metallberufe	
13 Übrige Fertigungsberufe	
14 Bauberufe	
15 Technische Berufe*	
16 Waren- und Dienstl.-Kfl., Versandfertigm., Verkehrsber.	
17 Organisations-, Verwaltungs-, Büroberufe	
18 Private Dienstleistungsberufe	
19 Gesundheits- und soziale Berufe	
20 Körperpfl., Gästebetr., hauswirt. und Reinigungsber.	
21 Restliche Berufe	
22 Ingenieurberufe*	Fachschule [22–28]
23 Kaufmännische Berufe	
24 Informatikberufe, technisch-naturwissenschaftliche Assistenten*	
25 Künstlerische u. gestalterische Berufe	
26 Erziehungs- und Pflegeberufe	
27 Sonstige Berufe	
28 Keine Angabe	
29 Ohne qual. Abschluss, keine Angabe	Ohne Abschluss, keine Angabe [29]
* = MINT-Qualifikationen	

Quelle: Economix (Prognose 2016, D-5)

Quellen

Autorengruppe Bildungsberichterstattung: Bildungsbericht 2014. Online unter: http://www.bildungsbericht.de/

Berufsbildungsgesetz. Online unter: http://www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/bbig_2005/gesamt.pdf.

Bundesagentur für Arbeit: Systematisches Verzeichnis der KldB 2010. Online unter: http://statistik.arbeitsagentur.de/Statischer-Content/Grundlagen/Klassifikation-der-Berufe/KldB2010/Systematik-Verzeichnisse/Generische-Publikationen/Systematisches-Verzeichnis-Berufsbenennung.xls.

Handwerksordnung. Online unter: http://www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/hwo/gesamt.pdf.

Statistisches Bundesamt: Fachserie 11 Reihe 1 Schulen. Online unter: https://www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/BildungForschungKultur/Schulen/AllgemeinbildendeSchulen.html.

Statistisches Bundesamt: Fachserie 11 Reihe 3 Berufliche Bildung. Online unter: https://www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/BildungForschungKultur/BeruflicheBildung/BeruflicheBildung.html.

Statistisches Bundesamt: Hauptfachrichtung des beruflichen Ausbildungs- bzw. Hochschul-/Fachhochschulabschlusses 2003. Online unter: http://www.gesis.org/missy/fileadmin/missy/klassifikationen/Amtliche_Klassifikationen/Hfr/hfr03.pdf.

Statistisches Bundesamt: Studierende an Hochschulen – Fächersystematik 2011. Online unter: https://www.destatis.de/DE/Methoden/Klassifikationen/BildungKultur/StudentenPruefungsstatistik.pdf?__blob=publicationFile.

Statistisches Bundesamt: Wirtschaftszweige der VGR 2008. Online unter: https://www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/VolkswirtschaftlicheGesamtrechnungen/ThemaVGR.html.

Die dritte Langfristprognose von Economix schätzt zum einen die Auswirkungen des jüngsten Flüchtlingsstroms auf den deutschen Arbeitsmarkt und die Qualifikationsstruktur der Arbeitskräfte ab und prognostiziert zum anderen die Chancen und Risiken der Digitalisierung.

Die Zuwanderung von Geflüchteten verjüngt die Altersstruktur, verschlechtert aber gleichzeitig die Qualifikationsstruktur des Arbeitsangebots. Die Autoren betonen die Notwendigkeit, entsprechende Bildungsangebote für Flüchtlinge weiterzuentwickeln und darüber hinaus das Erfordernis, die systematische Weiterbildung für sämtliche Arbeitskräfte auszubauen.

Für das Szenario Digitalisierung zeichnen sich deutliche Wachstums- und Beschäftigungsgewinne durch die Nutzung digitaler Technik ab. Voraussetzungen dafür sind eine hohe Akzeptanz des digitalen Fortschritts, der Ausbau digitaler Kompetenzen und der Fortbestand der technologischen Führerschaft der Investitionsgüterindustrie durch die Entwicklung von Industrie 4.0. Gleichzeitig stellt die Digitalisierung Unternehmen und Arbeitnehmer vor große Herausforderungen in ihren Märkten bzw. an ihren Arbeitsplätzen.


ISBN 978-3-7639-5770-5

W. Bertelsmann Verlag

wbv.de